

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-151332

(43)Date of publication of application : 24.05.2002

(51)Int.Cl.

H01F 17/00  
G11B 5/31  
H01F 5/00  
H01F 5/06  
H01F 41/04

6  
Japanese  
equiv.  
of  
US 2002/0101683

(21)Application number : 2000-348429

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 15.11.2000

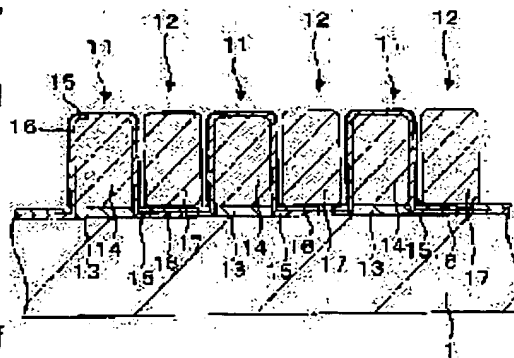
(72)Inventor : KATAKURA TORU

(54) THIN-FILM COIL, AND ITS FORMING METHOD, THIN-FILM MAGNETIC HEAD, THIN-FILM INDUCTOR, AND THIN-FILM MAGNETIC SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin-film coil which is low in resistance and inductance and its forming method, a thin-film magnetic head using the thin-film coil, a thin-film inductor, and a thin-film magnetic sensor.

SOLUTION: An insulation film 15 is formed at least on all the sides of the conductor 14 of a first winding part 11, and the conductor 17 of a second winding part 12 is formed on a base body 1 through the intermediary of the insulating film 15, to form a thin film 10. A plating priming film 13 is formed on the base body 1, the conductor 14 of a first winding part 11 is formed thereon through plating; the plating priming film 13 other than its part under the conductor 14 is removed by etching; an insulating film 15 is formed so as to cover the entire surface; a second



plating priming film 16 is formed on the insulating film 15; the conductor 17 of a second winding part 12 is formed on the second plating priming film 16, between the first winding part 11; and the second plating priming film 16 on the insulating film 15 of the first winding part 11 is removed to form the thin-film coil 10. A thin-film magnetic head provided with the thin-film coil 10, a thin-film inductor, and a thin-film magnetic sensor are formed.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**DERWENT-ACC-NO: 2002-602723**

**DERWENT-WEEK: 200265**

**COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD**

**TITLE: Thin film coil for magnetic head of video recorder, has insulating film which covers sides of each conductor of wire winding section on base membrane**

**INVENTOR: KATAKURA, T**

**PATENT-ASSIGNEE: SONY CORP[SONY] , KATAKURA T[KATAI]**

**PRIORITY-DATA: 2000JP-0348429 (November 15, 2000)**

**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>	<b>PAGES</b>	<b>MAIN-IPC</b>
<b>US 20020101683 A1</b>	<b>August 1, 2002</b>	<b>N/A</b>	<b>000</b>	<b>G11B 005/17</b>
<b>JP 2002151332 A</b>	<b>May 24, 2002</b>	<b>N/A</b>	<b>015</b>	<b>H01F 017/00</b>

**APPLICATION-DATA:**

<b>PUB-NO</b>	<b>APPL-DESCRIPTOR</b>	<b>APPL-NO</b>	<b>APPL-DATE</b>
<b>US20020101683A1</b>	<b>N/A</b>	<b>2001US-0037746</b>	<b>November 9, 2001</b>
<b>JP2002151332A</b>	<b>N/A</b>	<b>2000JP-0348429</b>	<b>November 15, 2000</b>

**INT-CL (IPC): G11B005/17, G11B005/31 , H01F005/00 , H01F005/06 , H01F017/00 , H01F041/04**

**ABSTRACTED-PUB-NO: JP2002151332A**

**BASIC-ABSTRACT:**

**NOVELTY - An insulating film (15) covers sides of each conductor (14) of wire winding section (11) formed on a base membrane (13). Other conductor (17) is formed on the base membrane (16) between the conductors (14).**

**DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for the following:**

- (1) Thin film coil manufacturing method;**
- (2) Thin film magnetic head;**
- (3) Thin film inductor; and**
- (4) Thin film magnetic sensor.**

**USE - For thin film magnetic head (claimed) of video recorder, thin film inductor (claimed) and thin film magnetic sensor (claimed).**

**ADVANTAGE - Since the insulated isolation between conductors is reliably done by insulating film, production yield of the coil is improved. Thickness of the coil is increased, thereby reducing resistance and inductance of the coil.**

**DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a sectional view of the thin film coil. (Drawing includes non-English language text).**

**Wire winding section 11**

**Base membranes 13,16**

**Conductors 14,17**

**Insulating film 15**

**ABSTRACTED-PUB-NO: US20020101683A**

**EQUIVALENT-ABSTRACTS:**

**NOVELTY - An insulating film (15) covers sides of each conductor (14) of wire winding section (11) formed on a base membrane (13). Other conductor (17) is formed on the base membrane (16) between the conductors (14).**

**DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for the following:**

- (1) Thin film coil manufacturing method;**
- (2) Thin film magnetic head;**
- (3) Thin film inductor; and**
- (4) Thin film magnetic sensor.**

**USE - For thin film magnetic head (claimed) of video recorder, thin film inductor (claimed) and thin film magnetic sensor (claimed).**

**ADVANTAGE - Since the insulated isolation between conductors is reliably done by insulating film, production yield of the coil is improved. Thickness of the coil is increased, thereby reducing resistance and inductance of the coil.**

**DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a sectional view of the thin film coil. (Drawing includes non-English language text).**

**Wire winding section 11**

**Base membranes 13,16**

**Conductors 14,17**

**Insulating film 15**

**CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/21**

**DERWENT-CLASS: S01 T03 V02 W04**

**EPI-CODES: S01-E01; T03-A03E; T03-A03J1E; T03-N02; V02-B03; V02-F01N;  
V02-F03B; V02-H01A; W04-B10A;**

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the thin film magnetic head constituted by having a thin film coil, a thin film inductor, and a thin film magnetometric sensor with respect to a thin film coil (thin film coil) and its formation approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the magnetic head for videocassette recorders which performs record/playback with the MAG to magnetic tapes, such as the so-called helical system magnetic tape system, for example, a video tape etc., since it has the composition of detecting the signal recorded on the tape through the rotary transformer connected to the latter part of a coil, the resistance of a coil has constraint, and in order to receive a frequency response, it is necessary to set direct current resistance to about 3ohms or less low. Furthermore, in order to make it correspond to the RF band response of 200MHz or more, it is necessary to set an inductance to 100 or less nHs.

[0003] And if an above-mentioned inductance tends to form the thin film inductive head of 100 or less nHs by the formation approach of the conventional thin film magnetic head, 20 micrometers or less and the number of coiling will become [ magnetic-core length / 50 micrometers or less and the distance between magnetic poles ] 12 or less \*\*\*\*\*s in general.

[0004] Here, the conventional coil formation approach is shown in drawing 19 A - drawing 20 G. First, as shown in drawing 19 A, the plating film which constitutes a coil 103 on a base 101, and the substrate film 102 for plating of the same presentation are formed. Next, as shown in drawing 19 B, a resist 110 is extensively applied on this substrate film 102. Then, by [ which back-develop negatives ] having made the resist 110 expose, as shown in drawing 19 C, a resist 110 is used as a predetermined pattern.

[0005] Next, as it plates as one plating electrode and the substrate film 102 is shown in drawing 19 D, the plating film is formed on the substrate film 102 of a part without a resist 110. Then, as shown in drawing 20 E, the coil 103 which consists of the plating film remains by exfoliating a resist 110.

[0006] And in order to separate the conductor of each coil 103 so that a coil 103 may carry out predetermined actuation, as shown in drawing 20 F, as opposed to the substrate film 102, ion etching 104 using argon ion (Ar+) is performed, and the substrate film 102 between coils 103 is removed. Thereby, the thin film coil 103 in which a perspective view is shown is formed in drawing 20 G.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] by the way -- the case where spacing of a coil 103 is usually designed in proportion [ almost ] to the height of a coil 103, for example, the height of a coil 103 is 3 micrometers -- a coil 103 -- each -- spacing of about 2 micrometers was required for the conductor. for this reason, the conditions, i.e., the magnetic-core length, who mentioned above -- 50 micrometers or less -- a number of turns -- the conditions of 12 or less \*\*\*\*\*s -- a coil 103 -- each -- since spacing of a conductor was extended only to about 2 micrometers, about 3 micrometers of the coil height in the magnetic head were a limit. And however it may design in this case, the direct current resistance of a coil 103 will not be set to 7ohms or less.

[0008] Then, in order to make resistance of a coil 103 low, are more large in the thickness of a coil 103, and it is necessary to narrow spacing of a coil 103 and to expand the width of face of a coil 103. For example, when it is made sufficiently larger than the case (3/2) where the height of a coil 103 and the ratio of spacing are mentioned above, like [ at the time of setting spacing of 6 micrometers and a coil 103 to 1 micrometer for the height of a coil 103 ], resistance of a coil 103 can be reduced.

[0009] However, since the substrate film 102 cannot remove completely even if it is going to etch the substrate film 102 in this case after plating the plating film of a coil 103, the problem that a coil 103 cannot be formed correctly arises.

[0010] That is, as shown in drawing 21 A, it is going to remove the substrate film 102 on a base 101, and it is argon ion  $Ar^+$ , for example. If it is used and ion etching 104 is performed, as shown in drawing 21 B, it will jump out in coil 103 side face in which particle 104' ( $Ar^+$ ) emitted from the parallel beam of argon ion consists of the plating film, the metallic material Cu105, for example, the copper, of a coil 103. That is, the side face of a coil 103 is deleted and the reattachment (deposition) of the shaved copper Cu105 is carried out to the substrate film 102 of a bottom.

[0011] And when the coil 103 became thick, the argon ion molecule has stopped being able to arrive even to the substrate film 102 easily. For this reason, since reattachment, such as copper to the substrate film 102, becomes dominance from etching of the substrate film 102, the substrate film 102 becomes is hard to be removed. Therefore, since the substrate film 102 cannot remain between coils 103 and the substrate film 102 between coils 103 cannot be completely removed as shown in drawing 21 C, it becomes impossible to separate each coil 103, and between coils 103 will short-circuit.

[0012] Resistance was more nearly impossible for forming a low small thin film inductive head with about 2ohms than the above thing.

[0013] For solution of the problem mentioned above, the thin film magnetic head and the thin film inductor which used this thin film coil for the thin film coil which is low resistance and a low inductance and its formation approach, and a list, and a thin film magnetometric sensor are offered in this invention.

[0014]

[Means for Solving the Problem] The thin film coil of this invention has at least the 1st coil section and the 2nd coil section which were formed with the thin film of a conductor and formed on the same base, and changes, the whole side face is covered at least, an insulator layer is formed, and the conductor of the 2nd coil section is a thing of the conductor of the 1st coil section currently formed through the insulator layer on the base.

[0015] According to the configuration of the thin film coil of above-mentioned this invention, since insulating separation of the conductor of the 1st coil section and the conductor of the 2nd coil section is carried out by the wrap insulator layer in the whole side face of the conductor of the 1st coil section, it becomes possible to form the 1st coil section and the 2nd coil section at narrow spacing.

[0016] The process at which the formation approach of the thin film coil of this invention forms the substrate film for plating on a base, The process which forms the conductor of a thin film coil by the predetermined pattern by plating on the substrate film for plating, a conductor -- with the process which carries out etching removal of the substrate film for plating other than the lower substrate film for plating, and forms the 1st coil section of a thin film coil The process which covers a front face and forms an insulator layer extensively, and the process which forms the 2nd substrate film for plating on an insulator layer, It has the process which removes the 2nd substrate film for plating on the insulator layer of the process which forms the conductor of the 2nd coil section of a thin film coil by the predetermined pattern by plating on the 2nd [ between the 1st coil section ] substrate film for plating, and the 1st coil section.

[0017] According to the formation approach of the thin film coil of above-mentioned this invention, insulating separation of the conductor of the 1st coil section is carried out by forming the 1st coil section, covering a front face and forming an insulator layer extensively. Since the conductor of the 2nd coil section is formed on the 2nd plating substrate film formed on this insulator layer, the conductor of the 1st coil section and the conductor of the 2nd coil section serve as structure not flowing. and the thing

for which the 2nd substrate film for plating on the insulator layer of the 1st coil section is removed -- the 2nd coil section -- each -- a conductor -- the 2nd substrate film for plating connected in between cuts -- having -- the 2nd coil section -- each -- a conductor is also separated. thereby -- the 1st coil section and the 2nd coil section -- each -- the thin film coil with which the conductor was separated can be formed.

[0018] The thin film magnetic head of this invention has at least the 1st coil section and the 2nd coil section which were formed on the same base, and changes. It has the thin film coil of the conductor of the 1st coil section with which the conductor of the 2nd coil section is formed through the insulator layer by covering the whole side face at least and forming an insulator layer on the base, and two magnetic cores are arranged through a magnetic gap at a point on both sides of a thin film coil.

[0019] according to the configuration of the thin film magnetic head of above-mentioned this invention, the magnetic core is arranged on both sides of the thin film coil of this invention mentioned above -- the conductor of a thin film coil -- a thin film coil since between can be narrowed -- thick -- forming -- reducing resistance \*\*\*\* -- for example, -- strengthening the field which increases the number of turns of a thin film coil in the same area, and is generated in a magnetic core \*\*\*\* -- for example, the area of a thin film coil can be reduced with the same number of turns.

[0020] The thin film inductor of this invention has at least the 1st coil section and the 2nd coil section which were formed on the same base, and changes. Even if there are few conductors of the 1st coil section, cover the whole side face and an insulator layer is formed. The conductor of the 2nd coil section is equipped with the thin film coil currently formed through the insulator layer on the base, and the 1st coil section of a thin film coil and the 2nd coil section are connected electrically, and the end of a thin film coil is connected outside, and let the other end be the free end.

[0021] according to the configuration of the thin film inductor of above-mentioned this invention, the magnetic core is arranged on both sides of the thin film coil of this invention mentioned above -- the conductor of a thin film coil -- a thin film coil since between can be narrowed -- thick -- forming -- reducing resistance \*\*\*\* -- for example, the number of turns of a thin film coil can be increased in the same area.

[0022] The thin film magnetometric sensor of this invention has at least the 1st coil section and the 2nd coil section which were formed on the same base, and changes, and it has the thin film coil of the conductor of the 1st coil section with which the conductor of the 2nd coil section is formed through the insulator layer by covering the whole side face at least and forming an insulator layer on the base, and changes.

[0023] according to the configuration of the thin film magnetometric sensor of above-mentioned this invention, the magnetic core is arranged on both sides of the thin film coil of this invention mentioned above -- the conductor of a thin film coil -- a thin film coil since between can be narrowed -- thick -- forming -- reducing resistance \*\*\*\* -- for example, the number of turns of a thin film coil can be increased in the same area.

[0024]

[Embodiment of the Invention] It has at least the 1st coil section and the 2nd coil section which were formed on the same base, and changes, and this invention is the thin film coil formed with the thin film of a conductor, and the conductor of the 2nd coil section is [ the whole side face is covered at least, an insulator layer is formed, and ] a thin film coil of the conductor of the 1st coil section currently formed through the insulator layer on the base.

[0025] Moreover, in the above-mentioned thin film coil, the conductor of the 1st coil section is formed for this invention through the substrate film for plating on a base, and the conductor of the 2nd coil section is considered as the configuration currently formed through the substrate film for plating on the insulator layer.

[0026] The process at which this invention forms the substrate film for plating on a base, and the process which forms the conductor of a thin film coil by the predetermined pattern by plating on the substrate film for plating, a conductor -- with the process which carries out etching removal of the substrate film for plating other than the lower substrate film for plating, and forms the 1st coil section of a thin film coil The process which covers a front face and forms an insulator layer extensively, and the process



which forms the 2nd substrate film for plating on an insulator layer, It is the formation approach of a thin film coil of having the process which removes the 2nd substrate film for plating on the insulator layer of the process which forms the conductor of the 2nd coil section of a thin film coil by the predetermined pattern by plating on the 2nd [ between the 1st coil section ] substrate film for plating, and the 1st coil section.

[0027] This invention has at least the 1st coil section and the 2nd coil section which were formed on the same base, and changes. It is the thin film magnetic head equipped with the thin film coil of the conductor of the 1st coil section with which the conductor of the 2nd coil section is formed through the insulator layer by covering the whole side face at least and forming an insulator layer on the base by which two magnetic cores have been arranged through a magnetic gap at the point on both sides of a thin film coil.

[0028] This invention has at least the 1st coil section and the 2nd coil section which were formed on the same base, and changes. Even if there are few conductors of the 1st coil section, cover the whole side face and an insulator layer is formed. The conductor of the 2nd coil section is a thin film inductor by which it has the thin film coil currently formed through the insulator layer on the base, and the 1st coil section of a thin film coil and the 2nd coil section are electrically connected, and the end of a thin film coil is connected outside, and the other end is used as the free end.

[0029] This invention has at least the 1st coil section and the 2nd coil section which were formed on the same base, changes, and the whole side face is covered at least, and an insulator layer is formed, and it is a thin film magnetometric sensor which is equipped with the thin film coil of the conductor of the 1st coil section with which the conductor of the 2nd coil section is formed through the insulator layer on the base, and changes.

[0030] Drawing 1 shows the outline block diagram (perspective view) of a thin film coil as a gestalt of 1 operation of this invention. This thin film coil 10 consists of the 1st coil section 11 (11A-11B) and the 2nd coil section 12 (12A-12B) which were spirally formed on the base 1, respectively. Respectively the 1st coil section 11 is arranged inside, the 2nd coil section 12 is arranged outside, the two coil sections 11 and 12 change, and spacing of the two coil sections 11 and 12 is formed very narrowly so that it may mention later. In addition, in drawing 1, the slash was given to the 1st coil section 11, and it has distinguished from the 2nd coil section 12.

[0031] And if edge 11A of the outside of the 1st coil section 11 and edge 12B inside the 2nd coil section 12 are electrically connected with wiring etc., the edge of the 1st coil section 11 and the edge 10 of the 2nd coil section 12, i.e., the thin film coil with narrow spacing which consists of the 1st coil section 11 and the 2nd coil section 12, are constituted. What is necessary is just to arrange this wiring through an insulator except for the contact section on the conductor of the coil sections 11 and 12, or under a conductor.

[0032] The alloy which has the metallic material, for example, the copper, the gold, the silver, the platinum, the aluminum, or these metals of low resistance as an ingredient of the thin film coil 10 is used. Since especially copper can be easily formed by plating, it is suitable for the ingredient of the thin film coil 10.

[0033] Then, the sectional view in A-A of drawing 1 is shown in drawing 2. In the 1st coil section 11, the conductor 14 of a coil is formed through the substrate film 13 on a base 1, and the top face and side face of a conductor 14 are extensively covered by the insulator layer 15. In the 2nd coil section 12, there is an insulator layer 15 which has covered the conductor 14 of the 1st coil section 11 on the base 1, the substrate film 16 is formed on it, and the conductor 17 of a coil is formed on this substrate film 16. Moreover, the substrate film 16 is formed also in the outside of the insulator layer 15 of the side face of the 1st coil section 11.

[0034] The substrate film used as an electrode for forming the conductors 14 and 17 of a coil by plating remains, and the substrate film 13 and the substrate film 16 are constituted by the same ingredient as conductors 14 and 17.

[0035] Although especially the ingredient of an insulator layer 15 is not limited, an alumina (aluminum 2O3) can be used, for example.

[0036] Insulating separation of the conductor 14 of the 1st coil section 11 and the one turn [ every ] conductor 17 of the 2nd coil section 12 is carried out by the insulator layer 15, respectively by considering the thin film coil 10 of the gestalt of this operation as such a configuration. Moreover, spacing between the 1st coil section 11 and the 2nd coil section 12 is very narrow, and spacing of conductors 14 and 17 is narrow as compared with the width of face of conductors 14 and 17. this -- each -- among conductors 14 and 17, an insulator layer 15, the substrate film 16, and few clearances only exist.

[0037] Then, the formation approach of the thin film coil 10 of the gestalt this operation is explained. First, as shown in drawing 3 A, the conductor 14 of the 1st coil section 11 is formed by plating through the substrate film 13 on a base 1. This conductor 14 sets and forms spacing in consideration of the part in which the 2nd coil section 12 is formed behind. The process to the condition of this drawing 3 A is performed according to the process of drawing 19 [ of the conventional formation approach explained previously ] A - drawing 20 E.

[0038] Next, as shown in drawing 3 B, etching removes the substrate film 13 of parts other than under a conductor 14. The ion etching using the argon ion (Ar<sup>+</sup>) mentioned above, for example can perform etching at this time.

[0039] Next, as shown in drawing 3 C, a conductor 14 is covered and an insulator layer 15, for example, an alumina, is formed extensively. At this time, the front face of a base 1 is covered by the insulator layer 15 in the field in which the 2nd coil section 12 is formed behind.

[0040] Then, as shown in drawing 4 D, on an insulator layer 15, a front face is covered and the substrate film 16 for plating is formed extensively. Next, as shown in drawing 4 E, a resist 21 is extensively applied on the substrate film 16.

[0041] And by exposing and developing a resist 21, as shown in drawing 4 F, patterning of the resist 21 is carried out to a predetermined pattern. He is trying for a resist 21 to remain in the side face of the 1st coil section 11 thinly at this time.

[0042] Next, as it plates by considering as an electrode and the substrate film 16 is shown in drawing 5 G, the conductor 17 of the coil of the 2nd coil section 12 is formed in the crevice between resists 21. Then, a resist 21 is removed as shown in drawing 5 H. At this time, few clearances are formed between the side face of the 1st coil section 11, and the conductor 14 of the 2nd coil section 12.

[0043] Furthermore, as shown in drawing 5 I, the ion etching which etched for example, mentioned above the substrate film 16 in the front face of the 1st coil section 11 removes. thereby -- the 2nd coil section 12 -- each -- a conductor 17 is separated. After that, the whole is formed for a wrap insulator layer, wiring, etc., and a thin film coil is completed. Thus, the thin film coil 10 shown in drawing 1 and drawing 2 can be formed.

[0044] In addition, the configuration of the thin film coil 10 of the gestalt of this operation can be applied also when forming the conductor of a coil by approaches other than plating, there is not in that case, and it turns into the configuration that the conductor 14 was formed on the base 1 and the conductor 17 was formed on the insulator layer 15. [ of 13 and 16 substrate film of drawing 2 ] that case -- each -- insulating separation of the conductors 14 and 17 can be carried out by the insulator layer 15.

[0045] However, as especially mentioned above, as compared with width of face, it is large in the thickness of a coil, namely, since the aspect ratio of the crevice which forms the conductor of a coil becomes large when it is going to enlarge the aspect ratio of a coil, there is an advantage of being easy to form the film with better forming a conductor by plating.

[0046] Moreover, with the gestalt of this operation, although the top face of the conductor 14 of the 1st coil section 11 is extensively covered by the insulator layer 15, the top face of a conductor 14 does not necessarily need to be extensively covered with an insulator layer 15. If the insulator layer 15 has covered all the side faces of a conductor 14 at least and the insulation with this conductor 14 and the substrate film 16 for the 2nd coil section 12 is secured, even if a part of top face of a conductor 14 has a part without an insulator layer 15, it is possible to make it operate as a thin film coil.

[0047] according to the thin film coil 10 of the gestalt of this above-mentioned operation, in the 1st coil section 11, the top face and side face of a conductor 14 are covered with the insulator layer 15, and the

conductor 17 is formed through the insulator layer 15 same on a base 1 in the 2nd coil section 12 -- an insulator layer 15 -- a coil 10 -- each -- insulating separation of the conductors 14 and 17 can be carried out certainly. even if this narrows and forms spacing of the two coil sections 11 and 12 -- each -- since insulating separation of the conductors 14 and 17 is carried out and leak is not generated, spacing of a coil can be made narrower than before. For example, it can narrow with 1.5 micrometers or less. moreover -- even if it thickens a coil -- each -- since insulating separation of the conductors 14 and 17 is carried out, a coil can be made thicker than before. For example, it can form in the thickness of 4 micrometers or more. Therefore, while being able to raise easily the aspect ratio (width of face of the height/coil of a coil) of a coil to three or more, the thickness of a coil can be increased and resistance and the inductance of a coil can be reduced.

[0048] furthermore, the insulator layer 15 -- certain -- a conductor -- since insulating separation of a between is made, the yield of coil formation is improvable.

[0049] Like the thin film coil 10 of the gestalt of above-mentioned operation, the thin film coil of this invention can apply a thin film coil to the various components and equipment which have and change. The gestalt of operation in that case is shown below.

[0050] Drawing 6 shows the outline block diagram (perspective view) of the thin film magnetic head of an inductive mold as a gestalt of other operations of this invention. Magnetic gap (record gap) G is formed in the point between the lower layer magnetic core 33 and its upper upper magnetic core 34, and, as for this thin film magnetic head 30, the thin film coil 37 is arranged in pars intermedia. The thin film coil 37 consists of the 1st coil section 35 and the 2nd coil section 36 which have the same configuration as the thin film coil 10 shown in drawing 1 and drawing 2. Wiring 38 is connected to edge 35B inside the 1st coil section 35. Moreover, edge 35A of the outside of the 1st coil section 35 and edge 36B inside the 2nd coil section 36 are connected with the connection wiring 39, as a broken line shows. Thus, by connecting, the current of the same direction can flow in the 1st coil section 35 and the 2nd coil section 36, and the magnetic flux generated according to a current can be suited in slight strength. Moreover, each of these configurations are formed on a substrate 31, and the insulator layer 32 which serves as the magnetic gap film is formed between the thin film coil 37 and the substrate 31.

[0051] This thin film magnetic head 30 can be formed as follows, for example. First, as shown in drawing 7 A, the lower layer magnetic core 33 is formed by the thickness of 3 micrometers by plating a permalloy (nickel-Fe system alloy) to a substrate 31, for example, an ARUTIKKU substrate. Moreover, as shown in drawing 7 B, the connection wiring 39 for connecting the two coil sections 35 and 36 of the thin film coil 37 is formed behind the lower layer magnetic core 33.

[0052] Next, after carrying out the spatter of the alumina film 40 to the thickness of 5 micrometers extensively, as shown in drawing 7 C, flattening of the perimeter is carried out to the part of the lower layer magnetic core 33 by mechanical polishing. This is processing for performing the process after this simply, and the lower layer magnetic core 33 and the connection wiring 39 expose it to the front face of the alumina film 40 by flattening processing.

[0053] Next, for example, the alumina film is extensively formed in thickness of 0.5 micrometers as an object for gap film. Thereby, as shown in drawing 8 D, the lower layer magnetic core 33 and the connection wiring 39 are covered by the alumina film. This drawing 8 D shows as an insulator layer 32 which sets the alumina film 40 and gap film which were formed previously, and consists of the alumina film.

[0054] Then, as shown in drawing 8 E, in order to form the connection hole 42 in contact with the hole 41 for the back gaps for connecting an up magnetic pole and a lower magnetic pole, and the connection wiring 39, some gap film on the back end section of the lower layer magnetic core 33 and the both ends of the connection wiring 39 (insulator layer 32) is removed. Physical etching by ion etching and the dissolution by the alkali solution may be used for removal of this gap film.

[0055] Next, as shown in drawing 8 F, the conductor 43 of the 1st coil section 35 of the thin film coil 37 is formed on an insulator layer 32. According to the formation approach of the thin film coil mentioned above, the plating substrate film is first formed on an insulator layer 32, and patterning of the resist (not shown) is carried out to the form of a thin film coil. At this time, the pattern of a resist is formed so that

it may become a conductor in every other [ applicable to the 1st coil section 35 of the conductors of the thin film coil 37 finally formed so that the substrate film may be easy to be etched ] one. Thus, the conductor 43 of the 1st coil section 35 which consists of the plating film is formed. This conductor 43 is formed so that edge 43A of one of these may bury the connection hole 42 by the side of the back end of the connection wiring 39, and thereby, the electrical installation of the conductor 43 of the 1st coil section 35 and the connection wiring 39 is made.

[0056] Next, after exfoliating a resist with a solvent, for example, an acetone, ion etching equipment removes the substrate film of parts other than under a conductor 43. Then, a conductor 43 is covered, an insulator layer (it is equivalent to the insulator layer 15 of drawing 2 ), for example, the alumina film, is formed in thickness of 0.2 micrometers, and the coil section 35 of [ 1st ] the thin film coils 37 is formed.

[0057] Then, as shown in drawing 9 G, the conductor 44 of the 2nd coil section 36 of the thin film coil 37 is formed similarly. Etching removal of the insulator layer which is burying the connection hole 42 on introduction and the front end section of the connection wiring 39 is carried out. Next, the substrate film is formed for the conductor 43 of the 1st coil section 35 on a wrap insulator layer, and a resist pattern is formed so that it may have a crevice between the 1st coil section 35 on the substrate film. And the conductor 44 of the 2nd coil section 36 is formed by plating. The conductor 44 of this 2nd coil section 36 is formed so that edge 44B of that inside may bury the connection hole 42 on the front end section of the connection wiring 39. Thereby, the electrical installation of the conductor 44 of the 2nd coil section 36 and the connection wiring 39 is made.

[0058] then, the substrate film for plating which grinds a front face and is in the top face of the 1st coil section 35 -- removing -- the 2nd coil section 36 -- each -- a conductor 44 is separated. And the thin film coil 37 which consists of the 1st coil section 35 and the 2nd coil section 36 is covered, and an interlayer insulation film is formed. At this time, a mask is carried out, and an interlayer insulation film is formed, or the interlayer insulation film on the hole 41 for back gaps is removed so that an interlayer insulation film may not bury the hole 41 for back gaps.

[0059] Next, as shown in drawing 9 H, wiring 38 is connected to an interlayer insulation film through the connection hole which carried out opening at edge 35B inside the 1st coil section 35.

[0060] Furthermore, the upper magnetic core 34 is formed above the thin film coil 37 and the lower layer magnetic core 33 so that the hole 41 for back gaps may be buried. The upper magnetic core 34 and the lower layer magnetic core 33 are connected through the hole 41 for back gaps, and a magnetic path is constituted. Thus, the thin film magnetic head 30 of the inductive mold shown in drawing 6 can be manufactured.

[0061] In the thin film magnetic head 30 of the gestalt of this operation, while narrowing the conductor 43 of the thin film coil 37, and spacing between 44 by having the thin film coil 10 mentioned above and the thin film coil 37 of the same configuration, thickness of the thin film coil 37 is enlarged and resistance and an inductance are reduced.

[0062] since [ and ] the thin film coil 37 can be used as the coil of a high consistency and the number of turns of the thin film coil 37 can be made [ many ] in the same area -- flux density -- increasing -- electromagnetism -- conversion efficiency can be raised.

[0063] Moreover, since the thin film coil 37 can be formed thickly, it becomes possible to reduce the horizontal cross section of the thin film coil 37 required in order to pass the same current, and spacing of the thin film coil 37 can also be narrowed. Therefore, since it becomes possible to reduce the area of the field which the thin film coil 37 occupies, magnetic cores 33 and 34 can be made small and it becomes possible to attain the miniaturization of the magnetic-head 30 whole.

[0064] Drawing 10 shows the outline block diagram (perspective view) of the thin film magnetic head of an inductive mold as a gestalt of the operation of further others of this invention. Especially as for the gestalt of this operation, the thin film coil has taken two-layer structure, and the coil of each class consists of the two coil sections further, respectively. That is, the thin film coil is formed of the four coil sections.

[0065] This thin film magnetic head 50 has the thin film coil 57 of the two-layer structure of the lower

layer coil 53 which consists of the 1st coil section 51 and the 2nd coil section 52, and the upper coil 56 which consists of the 1st coil section 54 and the 2nd coil section 55, and is constituted. Through the interlayer insulation film which is not illustrated, the lower layer coil 53 and the upper coil 56 counter up and down, and each other are arranged.

[0066] And edge 54A of the outside of the 1st coil section 54 of the upper coil 56 and edge 51A of the outside of the 1st coil section 51 of the lower layer coil 53 are connected through the connection hole formed in the interlayer insulation film. Edge 54B inside the 1st coil section 54 of the upper coil 56 and edge 52B inside the 2nd coil section 52 of the lower layer coil 53 are connected, and edge 55B inside the 2nd coil section 55 of the upper coil 56 and edge 51B inside the 1st coil section 51 of the lower layer coil 53 are connected. Edge 52A of the outside of the 2nd coil section 52 of the remaining lower layer coil 53 and edge 55A of the outside of the 2nd coil section 55 of the upper coil 56 are extended, and are connected outside. Thereby, the four coil sections 51, 52, 54, and 55 are electrically connected to one in the path 52A-52B-54B-54A-51A-51B-55B-55A. Thus, by connecting, the current of the same direction can flow in the four coil sections 51, 52, 54, and 55, and the magnetic flux generated according to a current can be suited in slight strength.

[0067] The thing same among other configurations as the thin film magnetic head 30 of drawing 6 attaches the same sign. However, since direct continuation of the coil sections of the thin film coil 57 is carried out in this case, connection wiring which connects the coil section is not formed.

[0068] This thin film magnetic head 50 can be formed as follows, for example. First, as shown in drawing 11 A, the lower layer magnetic core 33 is formed by the thickness of 3 micrometers by plating a permalloy (nickel-Fe system alloy) to a substrate 31, for example, an ARUTIKKU substrate.

[0069] Next, after carrying out the spatter of the alumina film 40 to the thickness of 5 micrometers extensively, as shown in drawing 11 B, flattening of the perimeter is carried out to the part of the lower layer magnetic core 33 by mechanical polishing. This is processing for performing the process after this simply, and the lower layer magnetic core 33 exposes it to the front face of the alumina film 40 by flattening processing.

[0070] Next, for example, the alumina film is extensively formed in thickness of 0.5 micrometers as an object for gap film. Thereby, as shown in drawing 11 C, the lower layer magnetic core 33 is covered by the alumina film. This drawing 11 C shows as an insulator layer 32 which sets the alumina film 40 and gap film which were formed previously, and consists of the alumina film.

[0071] Then, as shown in drawing 12 D, in order to form the hole 41 for the back gaps for connecting an up magnetic pole and a lower magnetic pole, some gap film on the back end section of the lower layer magnetic core 33 (insulator layer 32) is removed. Physical etching by ion etching and the dissolution by the alkali solution may be used for removal of this gap film.

[0072] Next, as shown in drawing 12 E, the conductor 58 of the 1st coil section 51 of the lower layer coil 53 is formed on an insulator layer 32. Then, as shown in drawing 12 F, a conductor 58 is covered, an insulator layer 59, for example, the alumina film, is formed in thickness of 0.2 micrometers, and the coil section 51 of [ 1st ] the lower layer coils 53 is formed.

[0073] Then, as shown in drawing 13 G, the conductor 60 of the 2nd coil section 52 of the lower layer coil 53 is formed similarly. The substrate film is formed for the conductor 58 of the 1st coil section 51 on the wrap insulator layer 59, and a resist pattern is formed so that it may have a crevice between the 1st coil section 51 on the substrate film. And the conductor 60 of the 2nd coil section 52 is formed by plating. then, the substrate film for plating which grinds a front face and is in the top face of the 1st coil section 51 -- removing -- the 2nd coil section 52 -- each -- a conductor 60 is separated.

[0074] And the lower layer coil 53 which consists of the 1st coil section 51 and the 2nd coil section 52 is covered, and an interlayer insulation film (or flattening film) is formed. At this time, a mask is carried out, and an interlayer insulation film is formed, or the interlayer insulation film on the hole 41 for back gaps is removed so that an interlayer insulation film may not bury the hole 41 for back gaps. then, the conductor of the edge of each coil sections 51 and 52 of the lower layer coil 53 -- opening of the connection hole (not shown) is carried out for the conductor 58 of the upper insulator layer 51, i.e., the 1st coil section, to the wrap insulator layer 60 and/or an interlayer insulation film (or flattening film).

[0075] Next, as shown in drawing 13 H, the conductor 61 of the 1st coil section 54 of the upper coil 56 is formed. At this time, the both ends of a conductor 61 bury a connection hole, are formed, and are electrically connected to the conductor 58 of the 1st coil section 51 of the lower layer coil 53, or the conductor 60 of the 2nd coil section 52 through this connection hole.

[0076] Next, as shown in drawing 14 I, an insulator layer 62, for example, the alumina film, is formed so that the conductor 61 of the 1st coil section 54 of the upper coil 56 may be covered. Thereby, the 1st coil section 54 of the upper coil 56 is formed.

[0077] Then, as shown in drawing 14 J, the conductor 63 of the 2nd coil section 55 of the upper coil 56 is formed. At this time, the edge inside a conductor 63 buries a connection hole, is formed, and is electrically connected to the conductor 58 of the 1st coil section 51 of the lower layer coil 53 through this connection hole. Thereby, the four coil sections 51, 52, 54, and 55 of the lower layer coil 53 and the upper coil 56 are connected to one. And the thin film coil 57 which consists of the lower layer coil 53 and the upper coil 56 is covered, and an interlayer insulation film is formed. At this time, a mask is carried out, and an interlayer insulation film is formed, or the interlayer insulation film on the hole 41 for back gaps is removed so that an interlayer insulation film may not be buried for the hole 41 for back gaps.

[0078] Furthermore, the upper magnetic core 34 is formed above the thin film coil 57 and the lower layer magnetic core 33 so that the hole 41 for back gaps may be buried. The upper magnetic core 34 and the lower layer magnetic core 33 are connected through the hole 41 for back gaps, and a magnetic path is constituted. Thus, the thin film magnetic head 50 of the inductive mold shown in drawing 10 can be manufactured.

[0079] since thickness of the thin film coil 57 is enlarged and resistance is reduced like the thin film magnetic head 30 of the gestalt of previous operation in the thin film magnetic head 50 of the gestalt of this operation, while narrowing the conductors 58, 60, and 61 of the thin film coil 57, and spacing between 63 -- electromagnetism -- it becomes possible to be able to raise conversion efficiency, and to make magnetic cores 33 and 34 small, and to attain the miniaturization of the magnetic-head 50 whole.

[0080] Since the thin film coil 57 has two-layer structure of the lower layer coil 53 and the upper coil 56, especially the thin film magnetic head 50 of the gestalt of this operation can increase the number of turns of a coil, while magnetic-path length is short and there has been little area of the thin film coil 57 to occupy, and has the advantage of becoming possible to raise the over-writing property of the magnetic head 50.

[0081] In addition, the thin film inductive head which consists of an one-layer coil with which it has the coil of two or more layers separated electrically, respectively as a configuration of the other inductive mold thin film magnetic heads, and the coil of each class consisted of the two coil sections, respectively is also possible.

[0082] The inductive mold thin film magnetic heads 30 or 50 of the gestalt of operation mentioned above can be used as the magnetic head 200 for helical scan as shown in drawing 15. As shown in drawing 15, it is prepared in the drum section 204 of the shape of a cylinder to which the magnetic head 200 for performing magnetic recording becomes a magnetic tape 201 from the upper drum 203 and the bottom drum 202, and when a magnetic tape 201 runs along with the drum section 204, magnetic recording is made by the magnetic head 200.

[0083] resistance of a coil reduces the inductive mold thin film magnetic heads 30 or 50 of the gestalt of operation mentioned above -- having -- electromagnetism -- since conversion efficiency is improving, a frequency response characteristic improves in such the magnetic head 200 for helical scan.

[0084] Then, the gestalt of another operation of this invention is explained. The gestalt of this operation is the case where a thin film coil is applied to a thin film inductor. Although it connects the end of a thin film coil with the exterior in applying to a thin film inductor, the point which uses the other end as the free end differs from the thin film coil for the magnetic heads.

[0085] Drawing 16 shows the gestalt of the operation applied to the thin film inductor of a flat-surface mold. The thin film coil which consists of the 1st coil section 72 and the 2nd coil section 73 is formed on a substrate 71, and this thin film inductor 70 changes. Edge 72A of the outside of the 1st coil section

72 is connected to the conductor 76 of the left end section on a substrate 71, edge 72B inside the 1st coil section 72 and edge 73A of the outside of the 2nd coil section 73 are connected by wiring 74, and edge 73B inside the 2nd coil section 73 has become the free end. And the conductor 75 is formed also in the right end section of the opposite side in the conductor 76 on a substrate 71. This conductor 75 is not connected with a thin film coil.

[0086] Moreover, drawing 17 shows the gestalt of the operation applied to the plane area layer type thin film inductor. This drawing 17 decomposes and shows the laminated structure of a thin film inductor.

The thin film coil 81 which consists of the 1st coil section 82 and the 2nd coil section 83 is formed, and this thin film inductor 80 changes. Edge 82A of the outside of the 1st coil section 82 is extended, and is connected outside, edge 82B inside the 1st coil section 82 and edge 83A of the outside of the 2nd coil section 83 are connected by wiring 84, and edge 83B inside the 2nd coil section 83 has become the free end. And magnetic films 85 and 86 are arranged through the insulator layer which is not illustrated, and it grows into the upper and lower sides of the thin film coil 81.

[0087] In these thin film inductors 70 and 80, by having the thin film coil of the configuration of this invention, and changing, spacing of a coil can be narrowed, and a coil can be thickened and resistance of a coil can be reduced. Moreover, the aspect ratio of a coil is enlarged or it becomes possible by setting width of face of a coil to 5 micrometers or less to prevent increase of resistance by the skin effect in a RF field, and to maintain low resistance. Moreover, it becomes possible to increase the number of turns of the coil per unit area, or to reduce the area of a thin film coil and to miniaturize the thin film inductors 70 and 80.

[0088] Such a thin film inductor can be used as a micro inductor for cellular phones.

[0089] Then, the gestalt of still more nearly another operation of this invention is explained. The gestalt of this operation is the case where the thin film coil of this invention is applied to a thin film magnetometric sensor.

[0090] Drawing 18 shows the gestalt of the operation applied to the thin film magnetometric sensor. The high-permeability-materials film 91A and 91B which serves as a core, respectively is formed in two on the substrate which does not illustrate this thin film magnetometric sensor 90, and the thin film coils 92 and 93 are arranged around each high-permeability-materials film 91A and 91B. Both these thin film coils 92 and 93 have the configuration of the thin film coil of this invention to which the two coil sections of this invention were connected, and change, the edge of each other [ while ] is connected with wiring 94, and the coil of a coil serves as reverse sense further. The receiver coil 95 and the feedback coil 96 which were formed with the thin film are formed in the outside of the thin film coils 92 and 93.

[0091] The high-permeability-materials film 91A and 91B can be made to generate the magnetic flux of an alternating current of the reverse sense mutually by the thin film coils' 92 and 93 acting as an exiting coil, and passing the current of a specific period from the exterior. The induced voltage generated in the receiver coil 95 by this magnetic flux is changed into a direct-current-voltage signal (it is proportional to an external measured field) by the external circuit, and it amplifies further, and outputs outside as a field measurement signal. moreover, pass a negative feedback circuit (not shown) to negate the direct-current magnetic flux in high-permeability-materials film 91A produced by the measured field, and 91B -- highly precise field measurement based on a zero method can be performed by feeding back a current to the feedback coil 96. That is, this thin film magnetometric sensor 90 is a thin film magnetometric sensor which formed the so-called flux gate type of magnetometric sensor with the thin film (for example, refer to JP,8-201061,A). Such a thin film magnetometric sensor can be used as a magnetometric sensor for detecting the magnetometric sensor and feeble field for for example, earth magnetism amendment.

[0092] In this thin film magnetometric sensor 90, resistance of a coil can be reduced by having the thin film coil of the configuration of this invention, and changing. It enables this to reduce applied voltage required in order to enlarge the amount of currents of a coil or to saturate magnetically the high-permeability-materials film 91A and 91B used as a core to the same applied voltage. Moreover, it becomes possible to increase the number of turns of the coil per unit area, or to reduce the area of a thin film coil and to miniaturize the thin film magnetometric sensor 90.

[0093] The gestalt of each above-mentioned operation shows the typical gestalt of a thin film coil, the



thin film magnetic head, a thin film inductor, and a thin film magnetometric sensor, and the configuration of details can make various change. For example, in a thin film coil, the sense of a coil, the number of turns of the coil section, how to connect connection of wiring, etc. can be changed into arbitration.

[0094] In addition, the formation approach of the thin film coil of above-mentioned this invention can be applied when forming a metal thin film by approaches, such as plating, besides a thin film coil. For example, when forming wiring by the metal thin film in the component of various circuits, it is also possible to narrow spacing of wiring.

[0095] This invention is not limited to the gestalt of each above-mentioned operation, and, in addition to this, various configurations can take it in the range which does not deviate from the summary of this invention.

[0096]

[Effect of the Invention] according to the above-mentioned thin film coil and its above-mentioned formation approach of this invention -- an insulator layer -- the 1st coil section of a thin film coil, and the 2nd coil section -- each -- insulating separation of the conductor can be carried out certainly. Thereby, it is narrower than before, for example, spacing of a coil can be set to 1.5 micrometers or less. moreover -- even if it thickens a coil -- each -- since insulating separation of the conductor is carried out, it is thicker than before, for example, a coil can be formed in the thickness of 4 micrometers or more. Therefore, while being able to raise easily the aspect ratio (width of face of the height/coil of a coil) of a coil to three or more, the thickness of a coil can be increased and resistance and the inductance of a coil can be reduced. furthermore, an insulator layer -- certain -- a conductor -- since insulating separation of a between is made, the yield of coil formation is improvable.

[0097] Moreover, since a thin film coil is narrow spacing and it can be made low resistance by having the thin film coil of above-mentioned this invention, and constituting the thin film magnetic head, a thin film inductor, and a thin film magnetometric sensor, the properties (for example, magnetic parametric performance etc.) of these thin film magnetic head, a thin film inductor, and a thin film magnetometric sensor are raised, or it becomes possible to attain a miniaturization.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the outline block diagram (perspective view) of the thin film coil of the gestalt of 1 operation of this invention.

[Drawing 2] It is a sectional view in A-A of drawing 1 .

[Drawing 3] A-C It is process drawing showing the formation approach of the thin film coil of drawing 1 .

[Drawing 4] D-F It is process drawing showing the formation approach of the thin film coil of drawing 1 .

[Drawing 5] G-I It is process drawing showing the formation approach of the thin film coil of drawing 1 .

[Drawing 6] It is the outline block diagram (perspective view) of the gestalt of operation of the thin film magnetic head of this invention.

[Drawing 7] A-C It is the production process Fig. showing the manufacture approach of the thin film magnetic head of drawing 6 .

[Drawing 8] D-F It is the production process Fig. showing the manufacture approach of the thin film magnetic head of drawing 6 .

[Drawing 9] G, H It is the production process Fig. showing the manufacture approach of the thin film magnetic head of drawing 6 .

[Drawing 10] It is the outline block diagram (perspective view) of the gestalt of other operations of the thin film magnetic head of this invention.

[Drawing 11] A-C It is the production process Fig. showing the manufacture approach of the thin film magnetic head of drawing 10 .

[Drawing 12] D-F It is the production process Fig. showing the manufacture approach of the thin film magnetic head of drawing 10 .

[Drawing 13] G, H It is the production process Fig. showing the manufacture approach of the thin film magnetic head of drawing 10 .

[Drawing 14] I, J It is the production process Fig. showing the manufacture approach of the thin film magnetic head of drawing 10 .

[Drawing 15] It is drawing showing the configuration of the drum section equipped with the magnetic head for helical scan.

[Drawing 16] It is drawing showing the gestalt of the operation which applied this invention to the thin film inductor.

[Drawing 17] It is drawing showing the gestalt of other operations which applied this invention to the thin film inductor.

[Drawing 18] It is drawing showing the gestalt of the operation which applied this invention to the thin film magnetometric sensor.

[Drawing 19] A-D It is process drawing showing the formation approach of the conventional thin film coil.

[Drawing 20] E-G It is process drawing showing the formation approach of the conventional thin film coil.

[Drawing 21] A-C It is drawing explaining the trouble in the formation approach of the conventional thin film coil.

[Description of Notations]

1, 31, 71 A substrate, 10, 37, 57, 81, 92, 93 Thin film coil, 11, 35, 51, 54, 72, 82 The 1st coil section, 12, 36, 52, 55, 73, 83 The 2nd coil section, 13 16 The substrate film, 14, 17, 43, 44, 58, 60, 61, 63 Conductor, 15, 59, 62 30 An insulator layer, 50 The thin film magnetic head, 33 Lower layer magnetic core, 34 38 The upper magnetic core, 39 Connection wiring, 53 Lower layer coil, 56 The upper coil, 200 The magnetic head, 201 A magnetic tape, 204 70 The drum section and 80 A thin film inductor, 74, 84, 94 85 Wiring, 86 A magnetic film, 90 Thin film magnetometric sensor

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-151332  
(P2002-151332A)

(43) 公開日 平成14年5月24日 (2002.5.24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 F 17/00		H 0 1 F 17/00	D 5 D 0 3 3
G 1 1 B 5/31		G 1 1 B 5/31	F 5 E 0 6 2
H 0 1 F 5/00		H 0 1 F 5/00	F 5 E 0 7 0
5/06		5/06	H
			M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-348429 (P2000-348429)

(22) 出願日 平成12年11月15日 (2000. 11. 15)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 片倉 亨

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100080883

弁理士 松隈 秀盛

Fターム (参考) 5D033 BA35 BA41 DA04 DA07 DA08

DA31

5E062 DD01

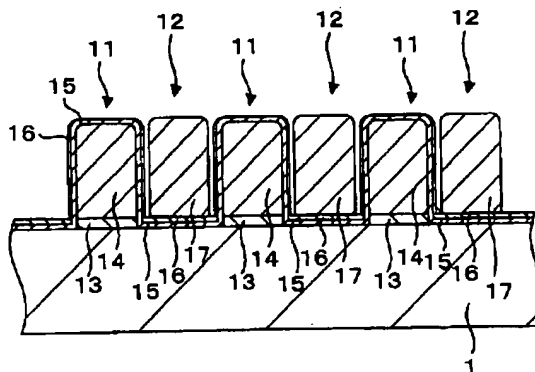
5E070 CA03 CA16

(54) 【発明の名称】 薄膜コイル及びその形成方法、並びに薄膜磁気ヘッド、薄膜インダクタ、薄膜磁気センサ

(57) 【要約】

【課題】 低抵抗・低インダクタンスである薄膜コイル及びその形成方法、並びにこの薄膜コイルを用いた薄膜磁気ヘッド、薄膜インダクタ、薄膜磁気センサを提供する。

【解決手段】 第1の巻線部11の導体14の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜15が形成され、第2の巻線部12の導体17は基体1上に絶縁膜15を介して形成されている薄膜コイル10を構成する。基体1上にメッキ用下地膜13を形成し、その上にメッキにより第1の巻線部11の導体14を形成し、この導体14下以外のメッキ用下地膜13をエッチング除去し、表面を覆って全面的に絶縁膜15を形成し、この絶縁膜15上に第2のメッキ用下地膜16を形成し、第1の巻線部11の間の第2のメッキ用下地膜16上にメッキにより第2の巻線部12の導体17を形成し、第1の巻線部11の絶縁膜15上にある第2のメッキ用下地膜16を除去することにより上記薄膜コイル10を形成する。上記薄膜コイル10を備えた薄膜磁気ヘッド、薄膜インダクタ、薄膜磁気センサを構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導体の薄膜により形成された薄膜コイルであって、

同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、

上記第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、

上記第2の巻線部の導体は、上記基体上に上記絶縁膜を介して形成されていることを特徴とする薄膜コイル。

【請求項2】 上記第1の巻線部の導体は上記基体上にメッキ用下地膜を介して形成され、上記第2の巻線部の導体は上記絶縁膜上にメッキ用下地膜を介して形成されていることを特徴とする請求項1に記載の薄膜コイル。

【請求項3】 基体上にメッキ用下地膜を形成する工程と、

上記メッキ用下地膜上に、メッキにより所定のパターンで薄膜コイルの導体を成膜する工程と、

上記導体下の上記メッキ用下地膜以外の上記メッキ用下地膜をエッチング除去して薄膜コイルの第1の巻線部を形成する工程と、

表面を覆って全面的に絶縁膜を形成する工程と、

上記絶縁膜上に第2のメッキ用下地膜を形成する工程と、

上記第1の巻線部の間の上記第2のメッキ用下地膜上に、メッキにより所定のパターンで薄膜コイルの第2の巻線部の導体を形成する工程と、

上記第1の巻線部の上記絶縁膜上にある上記第2のメッキ用下地膜を除去する工程とを有することを特徴とする薄膜コイルの形成方法。

【請求項4】 同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、

上記第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、

上記第2の巻線部の導体は、上記基体上に上記絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルを備え、

2つの磁気コアが上記薄膜コイルを挟んでかつ先端部に磁気ギャップを介して配置されたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、

上記第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、

上記第2の巻線部の導体は、上記基体上に上記絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルを備え、

上記薄膜コイルの上記第1の巻線部と上記第2の巻線部とが電氣的に接続され、かつ薄膜コイルの一端が外部に接続され、他端が自由端とされていることを特徴とする薄膜インダクタ。

【請求項6】 同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、

上記第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、

上記第2の巻線部の導体は、上記基体上に上記絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルを備えて成ることを特徴とする薄膜磁気センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜コイル（薄膜巻線）及びその形成方法に係わり、また薄膜コイルを備えて構成された薄膜磁気ヘッド、薄膜インダクタ、薄膜磁気センサに係わる。

## 【0002】

【従来の技術】いわゆるヘリカル系磁気テープシステム、例えばビデオテープ等の磁気テープに対して磁気により記録／再生を行うビデオデッキ用磁気ヘッドにおいては、コイルの後段に接続されたロータリートランスを介してテープに記録された信号を検出する構成となっているために、コイルの抵抗値に制約があり、周波数応答をよくするために直流抵抗を低く例えば3Ω程度以下にする必要がある。さらに、200MHz以上の高周波帯応答に対応させるためにはインダクタンスを100nH以下とする必要もある。

【0003】そして、従来の薄膜磁気ヘッドの形成方法により上述のインダクタンスが100nH以下の薄膜インダクティブヘッドを形成しようとする、概ね磁気コア長が50μm以下、磁極間距離が20μm以下、コイル巻き数が12ターン以下となる。

【0004】ここで、従来のコイル形成方法を図19A～図20Gに示す。まず、図19Aに示すように、基体101上に、コイル103を構成するメッキ膜と同様の組成のメッキ用の下地膜102を成膜する。次に、図19Bに示すように、この下地膜102上にレジスト110を全面的に塗布する。続いて、レジスト110を露光させた後現像することにより、図19Cに示すように、レジスト110を所定のパターンにする。

【0005】次に、下地膜102を一方のメッキ電極としてメッキを行って、図19Dに示すように、レジスト110のない部分の下地膜102上にメッキ膜を形成する。その後、図20Eに示すように、レジスト110を剥離することにより、メッキ膜から成るコイル103が残る。

【0006】そして、コイル103が所定の動作をするように各コイル103の導体を分離するために、図20Fに示すように、下地膜102に対して例えばアルゴンイオン(Ar<sup>+</sup>)を用いたイオンエッチング104を行って、コイル103の間の下地膜102を除去する。これにより、図20Gに斜視図を示す薄膜コイル103が形成される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、コイル10

3の間隔は、通常コイル103の高さにほぼ比例して設計されており、例えばコイル103の高さが3 $\mu$ mの場合には、コイル103の各導体に2 $\mu$ m程度の間隔が必要であった。このために、上述した条件即ち磁気コア長が50 $\mu$ m以下で巻き数が12ターン以下の条件では、コイル103の各導体の間隔を2 $\mu$ m程度までしか広げられないことから、磁気ヘッド内のコイル高さは3 $\mu$ m程度が限度であった。そして、この場合、どのように設計してもコイル103の直流抵抗が7 $\Omega$ 以下になることはない。

【0008】そこで、コイル103の抵抗を低くするには、コイル103の膜厚をより大きく、かつコイル103の間隔を狭くしてコイル103の幅を広げる必要がある。例えばコイル103の高さを6 $\mu$ m、コイル103の間隔を1 $\mu$ mとした場合のように、コイル103の高さと間隔の比を上述した場合(3/2)より充分大きくした場合には、コイル103の抵抗を低減することができる。

【0009】しかしながら、この場合には、コイル103のメッキ膜をメッキした後に下地膜102をエッチングしようとしても下地膜102が完全に除去できないために、コイル103を正しく形成できないという問題が生じる。

【0010】即ち図21Aに示すように、基体101上の下地膜102を除去しようとして、例えばアルゴンイオンAr<sup>+</sup>を使用してイオンエッチング104を行うと、図21Bに示すように、アルゴンイオンの平行なビームから発散した粒子104<sup>-</sup>(Ar<sup>+</sup>)がメッキ膜から成るコイル103側面に当たり、コイル103の金属材料例えば銅Cu105が飛び出す。即ちコイル103の側面が削られて、削られた銅Cu105は、底の下地膜102に再付着(堆積)する。

【0011】しかも、コイル103が厚くなったことにより、アルゴンイオン分子が下地膜102まで届きにくくなっている。このため、下地膜102のエッチングよりも下地膜102への銅等の再付着が優勢になるために下地膜102が除去されにくくなる。従って、図21Cに示すように、コイル103の間にも下地膜102が残り、コイル103間の下地膜102を完全に除去することができないため、各コイル103を分離することができなくなってコイル103間がショートしてしまう。

【0012】以上のことより、抵抗値が2 $\Omega$ 程度と低い小型の薄膜インダクティブヘッドを形成することは不可能であった。

【0013】上述した問題の解決のために、本発明においては、低抵抗・低インダクタンスである薄膜コイル及びその形成方法、並びにこの薄膜コイルを用いた薄膜磁気ヘッド、薄膜インダクタ、薄膜磁気センサを提供するものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜コイルは、導体の薄膜により形成され、同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、第2の巻線部の導体は、基体上に絶縁膜を介して形成されているものである。

【0015】上述の本発明の薄膜コイルの構成によれば、第1の巻線部の導体の側面全体を覆う絶縁膜により、第1の巻線部の導体と第2の巻線部の導体とが絶縁分離されているので、第1の巻線部と第2の巻線部を狭い間隔で形成することが可能になる。

【0016】本発明の薄膜コイルの形成方法は、基体上にメッキ用下地膜を形成する工程と、メッキ用下地膜上にメッキにより所定のパターンで薄膜コイルの導体を成膜する工程と、導体下のメッキ用下地膜以外のメッキ用下地膜をエッチング除去して薄膜コイルの第1の巻線部を形成する工程と、表面を覆って全面的に絶縁膜を形成する工程と、絶縁膜上に第2のメッキ用下地膜を形成する工程と、第1の巻線部の間の第2のメッキ用下地膜上にメッキにより所定のパターンで薄膜コイルの第2の巻線部の導体を形成する工程と、第1の巻線部の絶縁膜上にある第2のメッキ用下地膜を除去する工程とを有するものである。

【0017】上述の本発明の薄膜コイルの形成方法によれば、第1の巻線部を形成して表面を覆って全面的に絶縁膜を形成することにより、第1の巻線部の導体が絶縁分離される。第2の巻線部の導体はこの絶縁膜上に形成した第2のメッキ下地膜上に形成するので、第1の巻線部の導体と第2の巻線部の導体とは導通しない構造となる。そして、第1の巻線部の絶縁膜上にある第2のメッキ用下地膜を除去することにより、第2の巻線部の各導体間で繋がっていた第2のメッキ用下地膜が切断されて第2の巻線部の各導体も分離される。これにより、第1の巻線部及び第2の巻線部の各導体が分離された薄膜コイルを形成することができる。

【0018】本発明の薄膜磁気ヘッドは、同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、第2の巻線部の導体は基体上に絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルを備え、2つの磁気コアが薄膜コイルを挟んでかつ先端部に磁気ギャップを介して配置されたものである。

【0019】上述の本発明の薄膜磁気ヘッドの構成によれば、上述した本発明の薄膜コイルを挟んで磁気コアが配置されていることにより、薄膜コイルの導体間を狭くすることができるため、例えば薄膜コイルを厚く形成して抵抗を低減したり、例えば同じ面積で薄膜コイルの巻き数を増やして磁気コアに発生する磁界を強くしたり、例えば同じ巻き数で薄膜コイルの面積を減らすことができる。

【0020】本発明の薄膜インダクタは、同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、第2の巻線部の導体は基体上に絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルを備え、薄膜コイルの第1の巻線部と第2の巻線部とが電気的に接続され、かつ薄膜コイルの一端が外部に接続され、他端が自由端とされているものである。

【0021】上述の本発明の薄膜インダクタの構成によれば、上述した本発明の薄膜コイルを挟んで磁気コアが配置されていることにより、薄膜コイルの導体間を狭くすることができるため、例えば薄膜コイルを厚く形成して抵抗を低減したり、例えば同じ面積で薄膜コイルの巻き数を増やすことができる。

【0022】本発明の薄膜磁気センサは、同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、第2の巻線部の導体は基体上に絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルを備えて成るものである。

【0023】上述の本発明の薄膜磁気センサの構成によれば、上述した本発明の薄膜コイルを挟んで磁気コアが配置されていることにより、薄膜コイルの導体間を狭くすることができるため、例えば薄膜コイルを厚く形成して抵抗を低減したり、例えば同じ面積で薄膜コイルの巻き数を増やすことができる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明は、導体の薄膜により形成された薄膜コイルであって、同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、第2の巻線部の導体は、基体上に絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルである。

【0025】また本発明は、上記薄膜コイルにおいて、第1の巻線部の導体は基体上にメッキ用下地膜を介して形成され、第2の巻線部の導体は絶縁膜上にメッキ用下地膜を介して形成されている構成とする。

【0026】本発明は、基体上にメッキ用下地膜を形成する工程と、メッキ用下地膜上にメッキにより所定のパターンで薄膜コイルの導体を成膜する工程と、導体下のメッキ用下地膜以外のメッキ用下地膜をエッチング除去して薄膜コイルの第1の巻線部を形成する工程と、表面を覆って全面的に絶縁膜を形成する工程と、絶縁膜上に第2のメッキ用下地膜を形成する工程と、第1の巻線部の間の第2のメッキ用下地膜上にメッキにより所定のパターンで薄膜コイルの第2の巻線部の導体を形成する工程と、第1の巻線部の絶縁膜上にある第2のメッキ用下地膜を除去する工程とを有する薄膜コイルの形成方法である。

【0027】本発明は、同一基体上に形成された第1の

巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、第2の巻線部の導体は基体上に絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルを備え、2つの磁気コアが薄膜コイルを挟んでかつ先端部に磁気ギャップを介して配置された薄膜磁気ヘッドである。

【0028】本発明は、同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、第2の巻線部の導体は基体上に絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルを備え、薄膜コイルの第1の巻線部と第2の巻線部とが電気的に接続され、かつ薄膜コイルの一端が外部に接続され、他端が自由端とされている薄膜インダクタである。

【0029】本発明は、同一基体上に形成された第1の巻線部と第2の巻線部とを少なくとも有して成り、第1の巻線部の導体の少なくとも側面全体を覆って絶縁膜が形成され、第2の巻線部の導体は基体上に絶縁膜を介して形成されている薄膜コイルを備えて成る薄膜磁気センサである。

【0030】図1は本発明の一実施の形態として、薄膜コイルの概略構成図（斜視図）を示す。この薄膜コイル10は、基体1上にそれぞれ渦巻状に形成された第1の巻線部11（11A～11B）及び第2の巻線部12（12A～12B）から構成されている。2つの巻線部11、12は、それぞれ第1の巻線部11が内側に、第2の巻線部12が外側に配置されて成り、後述するように2つの巻線部11及び12の間隔は非常に狭く形成されている。尚、図1では、第1の巻線部11に斜線を付して、第2の巻線部12と区別している。

【0031】そして、第1の巻線部11の端部と第2の巻線部12の端部、即ち例えば第1の巻線部11の外側の端部11Aと第2の巻線部12の内側の端部12Bとを配線等により電気的に接続させれば、第1の巻線部11と第2の巻線部12とから成る間隔の狭い薄膜コイル10が構成される。この配線は巻線部11、12の導体の上或いは導体の下にコンタクト部を除き絶縁体を介して配置すればよい。

【0032】薄膜コイル10の材料としては、低抵抗の金属材料例えば銅、金、銀、白金、アルミニウムもしくはこれらの金属を有する合金を用いる。特に銅はメッキにより容易に形成できるため、薄膜コイル10の材料に好適である。

【0033】続いて、図1のA-Aにおける断面図を図2に示す。第1の巻線部11においては、基体1上に下地膜13を介してコイルの導体14が形成され、導体14の上面及び側面は絶縁膜15で全面的に覆われている。第2の巻線部12においては、基体1上に第1の巻線部11の導体14を覆っている絶縁膜15があり、その上に下地膜16が形成され、この下地膜16上にコイ

ルの導体17が形成されている。また、下地膜16は、第1の巻線部11の側面の絶縁膜15の外側にも形成されている。

【0034】下地膜13及び下地膜16は、コイルの導体14及び17をメッキにより形成するための電極として用いられる下地膜が残っているものであり、導体14及び17と同様の材料により構成される。

【0035】絶縁膜15の材料は特に限定されないが、例えばアルミナ( $Al_2O_3$ )を用いることができる。

【0036】本実施の形態の薄膜コイル10は、このよ10うな構成とされていることにより、第1の巻線部11の導体14と第2の巻線部12の導体17とが、絶縁膜15によってそれぞれ1ターンずつ絶縁分離されている。また、第1の巻線部11と第2の巻線部12との間の間隔は非常に狭くなっており、導体14及び17の幅と比較して導体14及び17の間隔が狭くなっている。この各導体14及び17の間には絶縁膜15と下地膜16と僅かな隙間が存在しているだけである。

【0037】続いて、本実施の形態の薄膜コイル10の形成方法を説明する。まず、図3Aに示すように、基体201上に下地膜13を介して第1の巻線部11の導体14をメッキにより形成する。この導体14は、後に第2の巻線部12が形成される分を考慮した間隔をおいて形成する。この図3Aの状態までの工程は、先に説明した従来の形成方法の図19A～図20Eの工程に準じて行う。

【0038】次に、図3Bに示すように、導体14下以外の部分の下地膜13をエッチングにより除去する。このときのエッチングは、例えば前述したアルゴンイオン( $Ar^+$ )を用いたイオンエッチングにより行うことができる。30

【0039】次に、図3Cに示すように、導体14を覆って全面的に絶縁膜15例えばアルミナを形成する。このとき、後に第2の巻線部12が形成される領域では、基体1の表面が絶縁膜15で覆われる。

【0040】続いて、図4Dに示すように、絶縁膜15上に表面を覆って全面的にメッキ用の下地膜16を成膜する。次に、図4Eに示すように、下地膜16上に全面的にレジスト21を塗布する。

【0041】そして、レジスト21を露光・現像することにより、図4Fに示すように、レジスト21を所定のパターンにパターニングする。このとき、レジスト21が薄く第1の巻線部11の側面に残るようにしている。

【0042】次に、下地膜16を電極としてメッキを行って、図5Gに示すように、レジスト21の間の凹部に第2の巻線部12のコイルの導体17を形成する。その後、図5Hに示すように、レジスト21を除去する。このとき、第1の巻線部11の側面と第2の巻線部12の導体14との間には僅かな隙間が形成される。

【0043】さらに、図5Iに示すように、第1の巻線

部11の表面にある下地膜16をエッチング例えば前述したイオンエッチングにより除去する。これにより、第2の巻線部12の各導体17が分離される。その後は、全体を覆う絶縁膜や配線等を形成して薄膜コイルを完成させる。このようにして、図1及び図2に示した薄膜コイル10を形成することができる。

【0044】尚、本実施の形態の薄膜コイル10の構成は、コイルの導体をメッキ以外の方法により形成する場合にも応用することが可能であり、その場合は図2の下地膜13及び16がなく、導体14が基体1上に形成され、導体17が絶縁膜15上に形成された構成となる。その場合も各導体14、17を絶縁膜15で絶縁分離することができる。

【0045】しかしながら、特に前述したようにコイルの厚さを幅に比して大きく、即ちコイルのアスペクト比を大きくしようとする場合には、コイルの導体を形成する凹部のアスペクト比が大きくなるため、メッキにより導体を形成する方が良質の膜を形成しやすいという利点がある。

【0046】また、本実施の形態では、第1の巻線部11の導体14の上面が絶縁膜15で全面的に覆われているが、導体14の上面は必ずしも絶縁膜15により全面的に覆われている必要はない。絶縁膜15が少なくとも導体14の側面を全て覆っており、この導体14と第2の巻線部12用の下地膜16との絶縁が確保されていれば、導体14の上面の一部に絶縁膜15がない部分があっても薄膜コイルとして動作させることが可能である。

【0047】上述の本実施の形態の薄膜コイル10によれば、第1の巻線部11においては導体14の上面と側面が絶縁膜15により覆われており、第2の巻線部12においては、基体1上に同じ絶縁膜15を介して導体17が形成されていることにより、絶縁膜15によりコイル10の各導体14、17を確実に絶縁分離することができる。これにより、2つの巻線部11及び12の間隔を狭めて形成しても、各導体14、17が絶縁分離されるためリークを発生しないので、コイルの間隔を従来より狭くできる。例えば1.5 $\mu m$ 以下と狭くすることができる。また、コイルを厚くしても、各導体14、17が絶縁分離されるため、コイルを従来より厚くすることができる。例えば4 $\mu m$ 以上の厚さに形成できる。従って、コイルのアスペクト比(コイルの高さ/コイルの幅)を容易に例えば3以上に上げることができると共に、コイルの厚さを増やしてコイルの抵抗及びインダクタンスを低減することができる。

【0048】さらに、絶縁膜15で確実に導体間の絶縁分離がなされるため、コイル形成の歩留まりを改善することができる。

【0049】上述の実施の形態の薄膜コイル10のように、本発明の薄膜コイルは、薄膜コイルを備えて成る様々な素子や装置に適用することができる。その場合の実

施の形態を以下に示す。

【0050】図6は本発明の他の実施の形態として、インダクティブ型の薄膜磁気ヘッドの概略構成図(斜視図)を示す。この薄膜磁気ヘッド30は、下層磁気コア33とその上方の上層磁気コア34との間の先端部に磁気ギャップ(記録ギャップ)Gが形成され、中間部に薄膜コイル37が配置されている。薄膜コイル37は、図1及び図2に示した薄膜コイル10と同様の構成を有する第1の巻線部35と第2の巻線部36とから構成されている。第1の巻線部35の内側の端部35Bには配線38が接続されている。また、第1の巻線部35の外側の端部35Aと第2の巻線部36の内側の端部36Bとは破線で示すように接続配線39で接続されている。このように接続されていることにより、第1の巻線部35と第2の巻線部36には同じ向きの電流が流れ、電流により発生する磁束を強め合うことができる。また、これらの各構成は基板31上に形成され、薄膜コイル37と基板31との間には磁気ギャップ膜を兼ねる絶縁膜32が形成されている。

【0051】この薄膜磁気ヘッド30は、例えば次のように形成することができる。まず、図7Aに示すように、基板31例えばアルティク基板に、例えばパーマロイ(Ni-Fe系合金)をメッキすることにより、例えば3 $\mu$ mの厚さで下層磁気コア33を形成する。また、図7Bに示すように、下層磁気コア33の後方に、薄膜コイル37の2つの巻線部35、36を接続するための接続配線39を形成する。

【0052】次に、アルミナ膜40を例えば5 $\mu$ mの厚さに全面的にスパッタした後に、図7Cに示すように、機械研磨によって下層磁気コア33の部分とその周囲を平坦化する。これはこれ以降の工程を簡単に行うための処理であり、平坦化処理により、アルミナ膜40の表面に下層磁気コア33及び接続配線39が露出する。

【0053】次に、ギャップ膜用として例えばアルミナ膜を全面的に0.5 $\mu$ mの厚さに成膜する。これにより、図8Dに示すように、下層磁気コア33及び接続配線39がアルミナ膜で覆われる。この図8Dでは、先に形成したアルミナ膜40とギャップ膜とを合わせてアルミナ膜から成る絶縁膜32として示している。

【0054】続いて、図8Eに示すように、上部磁極と下部磁極を接続するためのバックギャップ用の孔41及び接続配線39にコンタクトする接続孔42を形成するために下層磁気コア33の後端部上及び接続配線39の両端部上のギャップ膜(絶縁膜32)の一部を除去する。このギャップ膜の除去には、イオンエッチングによる物理的なエッチングやアルカリ溶液による溶解を利用してもよい。

【0055】次に、図8Fに示すように、絶縁膜32上に薄膜コイル37の第1の巻線部35の導体43を形成する。前述した薄膜コイルの形成方法に従って、初めに

絶縁膜32上にメッキ下地膜を成膜し、薄膜コイルの形にレジスト(図示せず)をパターンニングする。このとき、下地膜がエッチングされやすいように最終的に形成される薄膜コイル37の導体のうちの第1の巻線部35に該当する1つ置き導体になるようにレジストのパターンを形成する。このようにメッキ膜から成る第1の巻線部35の導体43を形成する。この導体43は、その一方の端部43Aが接続配線39の後端側の接続孔42を埋めるように形成され、これにより第1の巻線部35の導体43と接続配線39との電気的接続がなされる。

【0056】次に、レジストを溶剤例えばアセトンにより剥離した後、イオンエッチング装置にて導体43下以外の部分の下地膜を除去する。その後、導体43を覆って絶縁膜(図2の絶縁膜15に相当する)例えばアルミナ膜を例えば0.2 $\mu$ mの厚さに成膜し、薄膜コイル37のうち第1の巻線部35を形成する。

【0057】引き続き、図9Gに示すように、同様に薄膜コイル37の第2の巻線部36の導体44を形成する。初めに、接続配線39の前端部上の接続孔42を埋めている絶縁膜をエッチング除去する。次に、第1の巻線部35の導体43を覆う絶縁膜上に下地膜を成膜し、下地膜上に第1の巻線部35の間に凹部を有するようにレジストパターンを形成する。そして、メッキにより第2の巻線部36の導体44を形成する。この第2の巻線部36の導体44は、その内側の端部44Bが接続配線39の前端部上の接続孔42を埋めるように形成する。これにより、第2の巻線部36の導体44と接続配線39との電気的接続がなされる。

【0058】その後、表面を研磨して、第1の巻線部35の上面にあるメッキ用の下地膜を除去して、第2の巻線部36の各導体44を分離する。そして、第1の巻線部35及び第2の巻線部36から成る薄膜コイル37を覆って層間絶縁膜を形成する。このとき、バックギャップ用の孔41を層間絶縁膜が埋めないようにマスクをして層間絶縁膜を形成するか、或いはバックギャップ用の孔41上の層間絶縁膜を除去する。

【0059】次に、図9Hに示すように、第1の巻線部35の内側の端部35Bに、層間絶縁膜に開口した接続孔を通じて配線38を接続する。

【0060】さらに、バックギャップ用の孔41を埋めるように、薄膜コイル37及び下層磁気コア33の上方に上層磁気コア34を形成する。バックギャップ用の孔41を通じて上層磁気コア34と下層磁気コア33とが接続されて磁路を構成する。このようにして、図6に示すインダクティブ型の薄膜磁気ヘッド30を製造することができる。

【0061】本実施の形態の薄膜磁気ヘッド30では、前述した薄膜コイル10と同様の構成の薄膜コイル37を有していることにより、薄膜コイル37の導体43、44間の間隔を狭くすると共に、薄膜コイル37の厚さ



を大きくして抵抗やインダクタンスが低減される。

【0062】そして、薄膜コイル37を高い密度のコイルとすることができ、同じ面積で薄膜コイル37の巻き数を多くすることができるため、磁束密度を増やして電磁変換効率を向上させることができる。

【0063】また、薄膜コイル37を厚く形成することができるので、同じ電流を流すために必要な薄膜コイル37の水平方向の断面積を低減することが可能になり、かつ薄膜コイル37の間隔も狭くできる。従って、薄膜コイル37の占める領域の面積を低減することが可能になるため、磁気コア33、34を小さくすることができ、磁気ヘッド30全体の小型化を図ることが可能になる。

【0064】図10は本発明のさらに他の実施の形態として、インダクティブ型の薄膜磁気ヘッドの概略構成図(斜視図)を示す。本実施の形態は、特に薄膜コイルが2層構造を取っており、各層のコイルはさらにそれぞれ2つの巻線部から構成されている。即ち4つの巻線部により薄膜コイルが形成されている。

【0065】この薄膜磁気ヘッド50は、第1の巻線部51及び第2の巻線部52から成る下層コイル53と、第1の巻線部54及び第2の巻線部55から成る上層コイル56の2層構造の薄膜コイル57を有して構成されている。下層コイル53と上層コイル56とは、図示しない層間絶縁膜を介して互いに上下に対向して配置されている。

【0066】そして、層間絶縁膜に形成された接続孔を通じて、上層コイル56の第1の巻線部54の外側の端部54Aと下層コイル53の第1の巻線部51の外側の端部51Aとが接続され、上層コイル56の第1の巻線部54の内側の端部54Bと下層コイル53の第2の巻線部52の内側の端部52Bとが接続され、上層コイル56の第2の巻線部55の内側の端部55Bと下層コイル53の第1の巻線部51の内側の端部51Bとが接続されている。残った下層コイル53の第2の巻線部52の外側の端部52A及び上層コイル56の第2の巻線部55の外側の端部55Aは延長されて外部に接続される。これにより、52A-52B-54B-54A-51A-51B-55B-55Aという経路で4つの巻線部51、52、54、55が1本に電気的に接続される。このように接続されていることにより、4つの巻線部51、52、54、55には同じ向きの電流が流れ、電流により発生する磁束を強め合うことができる。

【0067】その他の構成のうち、図6の薄膜磁気ヘッド30と同様のものは同一符号を付している。ただし、この場合は薄膜コイル57の巻線部同士を直接接続しているため、巻線部を接続する接続配線は形成していない。

【0068】この薄膜磁気ヘッド50は、例えば次のように形成することができる。まず、図11Aに示すよう

に、基板31例えばアルティック基板に、例えばパーマロイ(Ni-Fe系合金)をメッキすることにより、例えば3 $\mu$ mの厚さで下層磁気コア33を形成する。

【0069】次に、アルミナ膜40を例えば5 $\mu$ mの厚さに全面的にスパッタした後に、図11Bに示すように、機械研磨によって下層磁気コア33の部分とその周囲を平坦化する。これはこれ以降の工程を簡単に行うための処理であり、平坦化処理により、アルミナ膜40の表面に下層磁気コア33が露出する。

10 【0070】次に、ギャップ膜用として例えばアルミナ膜を全面的に0.5 $\mu$ mの厚さに成膜する。これにより、図11Cに示すように、下層磁気コア33がアルミナ膜で覆われる。この図11Cでは、先に形成したアルミナ膜40とギャップ膜とを合わせてアルミナ膜から成る絶縁膜32として示している。

【0071】続いて、図12Dに示すように、上部磁極と下部磁極を接続するためのバックギャップ用の孔41を形成するために下層磁気コア33の後端部上のギャップ膜(絶縁膜32)の一部を除去する。このギャップ膜の除去には、イオンエッチングによる物理的なエッチングやアルカリ溶液による溶解を利用してもよい。

【0072】次に、図12Eに示すように、絶縁膜32上に下層コイル53の第1の巻線部51の導体58を形成する。その後、図12Fに示すように、導体58を覆って絶縁膜59例えばアルミナ膜を例えば0.2 $\mu$ mの厚さに成膜し、下層コイル53のうち第1の巻線部51を形成する。

【0073】引き続き、図13Gに示すように、同様に下層コイル53の第2の巻線部52の導体60を形成する。第1の巻線部51の導体58を覆う絶縁膜59上に下地膜を成膜し、下地膜上に第1の巻線部51の間に凹部を有するようにレジストパターンを形成する。そして、メッキにより第2の巻線部52の導体60を形成する。その後、表面を研磨して、第1の巻線部51の上面にあるメッキ用の下地膜を除去して、第2の巻線部52の各導体60を分離する。

【0074】そして、第1の巻線部51及び第2の巻線部52から成る下層コイル53を覆って層間絶縁膜(または平坦化膜)を形成する。このとき、バックギャップ用の孔41を層間絶縁膜が埋めないようにマスクをして層間絶縁膜を形成するか、或いはバックギャップ用の孔41上の層間絶縁膜を除去する。その後、下層コイル53の各巻線部51、52の端部の導体上の絶縁膜即ち第1の巻線部51の導体58を覆う絶縁膜60及び/または層間絶縁膜(または平坦化膜)に接続孔(図示せず)を開く。

【0075】次に、図13Hに示すように、上層コイル56の第1の巻線部54の導体61を形成する。このとき導体61の両端部が接続孔を埋めて形成され、この接続孔を通じて下層コイル53の第1の巻線部51の導体

58或いは第2の巻線部52の導体60に電氣的に接続される。

【0076】次に、図14Iに示すように、上層コイル56の第1の巻線部54の導体61を覆うように絶縁膜62例えばアルミナ膜を形成する。これにより上層コイル56の第1の巻線部54が形成される。

【0077】続いて、図14Jに示すように、上層コイル56の第2の巻線部55の導体63を形成する。このとき導体63の内側の端部が接続孔を埋めて形成され、この接続孔を通じて下層コイル53の第1の巻線部51の導体58に電氣的に接続される。これにより、下層コイル53及び上層コイル56の4つの巻線部51、52、54、55が1本に接続される。そして、下層コイル53及び上層コイル56から成る薄膜コイル57を覆って層間絶縁膜を形成する。このとき、バックギャップ用の孔41を層間絶縁膜を埋めないようにマスクをして層間絶縁膜を形成するか、或いはバックギャップ用の孔41上の層間絶縁膜を除去する。

【0078】さらに、バックギャップ用の孔41を埋めるように、薄膜コイル57及び下層磁気コア33の上方に上層磁気コア34を形成する。バックギャップ用の孔41を通じて上層磁気コア34と下層磁気コア33とが接続されて磁路を構成する。このようにして、図10に示すインダクティブ型の薄膜磁気ヘッド50を製造することができる。

【0079】本実施の形態の薄膜磁気ヘッド50では、先の実施の形態の薄膜磁気ヘッド30と同様に、薄膜コイル57の導体58、60及び61、63間の間隔を狭くすると共に、薄膜コイル57の厚さを大きくして抵抗が低減されるため、電磁変換効率を向上させることができ、また磁気コア33、34を小さくして磁気ヘッド50全体の小型化を図ることが可能になる。

【0080】本実施の形態の薄膜磁気ヘッド50は、特に薄膜コイル57が下層コイル53と上層コイル56の2層構造となっているため、磁路長が短く薄膜コイル57の占める面積が少ないままでコイルの巻き数を増やすことができ、磁気ヘッド50のオーバーライト特性を向上させることが可能になるという利点を有している。

【0081】尚、その他のインダクティブ型薄膜磁気ヘッドの構成として、それぞれ電氣的に分離された複数層のコイルを有し、各層のコイルがそれぞれ2つの巻線部から構成された1層コイルからなる薄膜インダクティブヘッドも可能である。

【0082】上述した実施の形態のインダクティブ型薄膜磁気ヘッド30または50は、例えば図15に示すようなヘリカルスキャン用の磁気ヘッド200として用いることができる。図15に示すように、磁気テープ201に磁気記録を行うための磁気ヘッド200が、上ドラム203、下ドラム202からなる円柱状のドラム部204に設けられ、磁気テープ201がドラム部204に

沿って走行することにより、磁気ヘッド200によって磁気記録がなされる。

【0083】上述した実施の形態のインダクティブ型薄膜磁気ヘッド30または50はコイルの抵抗が低減され、電磁変換効率が向上されているため、このようなヘリカルスキャン用の磁気ヘッド200において周波数応答特性が向上する。

【0084】続いて、本発明の別の実施の形態について説明する。本実施の形態は、薄膜コイルを薄膜インダクタに適用する場合である。薄膜インダクタに適用する場合には、薄膜コイルの一端は外部と接続するが、他端は自由端とする点が磁気ヘッド用薄膜コイルと異なっている。

【0085】図16は、平面型の薄膜インダクタに適用した実施の形態を示す。この薄膜インダクタ70は、基板71上に第1の巻線部72と第2の巻線部73とから成る薄膜コイルが形成されて成る。第1の巻線部72の外側の端部72Aは基板71上の左端部の導体76に接続され、第1の巻線部72の内側の端部72Bと第2の巻線部73の外側の端部73Aとが配線74により接続され、第2の巻線部73の内側の端部73Bは自由端となっている。そして、基板71上の導体76とは反対側の右端部にも導体75が形成されている。この導体75は薄膜コイルとは接続されない。

【0086】また、図17は、平面積層型の薄膜インダクタに適用した実施の形態を示す。この図17は薄膜インダクタの積層構造を分解して示している。この薄膜インダクタ80は、第1の巻線部82と第2の巻線部83とから成る薄膜コイル81が形成されて成る。第1の巻線部82の外側の端部82Aは延長されて外部に接続され、第1の巻線部82の内側の端部82Bと第2の巻線部83の外側の端部83Aとが配線84により接続され、第2の巻線部83の内側の端部83Bは自由端となっている。そして、薄膜コイル81の上下には図示しない絶縁膜を介して磁性膜85及び86が配置されて成る。

【0087】これらの薄膜インダクタ70及び80においては、本発明の構成の薄膜コイルを有して成ることにより、コイルの間隔を狭くすることができ、またコイルを厚くしてコイルの抵抗を低減することができる。また、コイルのアスペクト比を大きくする、或いはコイルの幅を5 $\mu$ m以下とすることにより、高周波領域において表皮効果による抵抗の増大を防止して、低い抵抗を維持することが可能になる。また、単位面積当たりのコイルの巻き数を増やしたり、薄膜コイルの面積を低減して薄膜インダクタ70、80を小型化したりすることが可能になる。

【0088】このような薄膜インダクタは、例えば携帯電話用のマイクロインダクターとして使用することができる。

【0089】続いて、本発明のさらに別の実施の形態について説明する。本実施の形態は、本発明の薄膜コイルを薄膜磁気センサに適用する場合である。

【0090】図18は、薄膜磁気センサに適用した実施の形態を示す。この薄膜磁気センサ90は、図示しない基板上の2カ所にそれぞれ磁心となる高透磁率材料膜91A、91Bが形成され、各高透磁率材料膜91A及び91Bの周囲に、薄膜コイル92及び93が配置されている。これら薄膜コイル92及び93は、共に本発明の2つの巻線部が接続された本発明の薄膜コイルの構成を有して成り、互いに一方の端部が配線94で接続され、さらにコイルの巻線が逆向きとなっている。薄膜コイル92、93の外側には、薄膜により形成された受信コイル95及びフィードバックコイル96が形成されている。

【0091】薄膜コイル92及び93は励磁コイルとして作用するものであり、外部から特定周期の電流を流すことにより、高透磁率材料膜91A及び91Bに互いに逆向きの交流の磁束を発生させることができる。この磁束により受信コイル95に発生した誘起電圧を外部の回路により直流電圧信号（外部の被測定磁界に比例する）に変換し、さらに増幅して磁界計測信号として外部に出力する。また、被測定磁界により生じる高透磁率材料膜91A及び91B内の直流磁束を打ち消すように負帰還回路（図示しない）を経てフィードバックコイル96に電流をフィードバックすることにより、零位法に基づいた高精度の磁界測定を行うことができるものである。即ちこの薄膜磁気センサ90は、いわゆるフラックスゲート型の磁気センサを薄膜により形成した薄膜磁気センサである（例えば特開平8-201061号参照）。このような薄膜磁気センサは、例えば地磁気補正用の磁気センサや微弱磁界を検出するための磁気センサとして用いることができる。

【0092】この薄膜磁気センサ90においては、本発明の構成の薄膜コイルを有して成ることにより、コイルの抵抗を低減することができる。これにより、同じ印加電圧に対してコイルの電流量を大きくしたり、磁心となる高透磁率材料膜91A、91Bを磁氣的に飽和させるために必要な印加電圧を低減したりすることが可能になる。また、単位面積当たりのコイルの巻き数を増やしたり、薄膜コイルの面積を低減して薄膜磁気センサ90を小型化したりすることが可能になる。

【0093】上述の各実施の形態は、薄膜コイル、薄膜磁気ヘッド、薄膜インダクタ、薄膜磁気センサの典型的な形態を示すものであり、細部の構成は様々な変更を行うことが可能である。例えば薄膜コイルにおいては、巻線の向き、巻線部の巻き数や配線の接続の繋ぎ方等は任意に変更が可能である。

【0094】尚、上述の本発明の薄膜コイルの形成方法は、薄膜コイル以外にもメッキ等の方法により金属薄膜

を形成する場合に適用することが可能である。例えば各種回路の素子において金属薄膜による配線を形成する場合に、配線の間隔を狭くすることも可能である。

【0095】本発明は、上述の各実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲でその他様々な構成が取り得る。

【0096】

【発明の効果】上述の本発明の薄膜コイル及びその形成方法によれば、絶縁膜により薄膜コイルの第1の巻線部及び第2の巻線部の各導体を確実に絶縁分離することができる。これにより、コイルの間隔を従来より狭く、例えば1.5 $\mu$ m以下とすることができる。また、コイルを厚くしても各導体が絶縁分離されるため、コイルを従来より厚く、例えば4 $\mu$ m以上の厚さに形成できる。従って、コイルのアスペクト比（コイルの高さ／コイルの幅）を容易に例えば3以上に上げることができると共に、コイルの厚さを増やしてコイルの抵抗及びインダクタンスを低減することができる。さらに、絶縁膜で確実に導体間の絶縁分離がなされるため、コイル形成の歩留まりを改善することができる。

【0097】また、上述の本発明の薄膜コイルを備えて、薄膜磁気ヘッド、薄膜インダクタ、薄膜磁気センサを構成することにより、薄膜コイルが狭い間隔でかつ低抵抗にすることができるため、これら薄膜磁気ヘッド、薄膜インダクタ、薄膜磁気センサの特性（例えば電磁変換特性等）を向上させたり、小型化を図ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の薄膜コイルの概略構成図（斜視図）である。

【図2】図1のA-Aにおける断面図である。

【図3】A～C 図1の薄膜コイルの形成方法を示す工程図である。

【図4】D～F 図1の薄膜コイルの形成方法を示す工程図である。

【図5】G～I 図1の薄膜コイルの形成方法を示す工程図である。

【図6】本発明の薄膜磁気ヘッドの実施の形態の概略構成図（斜視図）である。

【図7】A～C 図6の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す製造工程図である。

【図8】D～F 図6の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す製造工程図である。

【図9】G、H 図6の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す製造工程図である。

【図10】本発明の薄膜磁気ヘッドの他の実施の形態の概略構成図（斜視図）である。

【図11】A～C 図10の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す製造工程図である。

【図12】D～F 図10の薄膜磁気ヘッドの製造方法

17

を示す製造工程図である。

【図13】G、H 図10の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す製造工程図である。

【図14】I、J 図10の薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す製造工程図である。

【図15】ヘリカルスキャン用の磁気ヘッドを備えたドラム部の構成を示す図である。

【図16】本発明を薄膜インダクタに適用した実施の形態を示す図である。

【図17】本発明を薄膜インダクタに適用した他の実施の形態を示す図である。

【図18】本発明を薄膜磁気センサに適用した実施の形態を示す図である。

【図19】A～D 従来の薄膜コイルの形成方法を示す工程図である。

【図20】E～G 従来の薄膜コイルの形成方法を示す

18

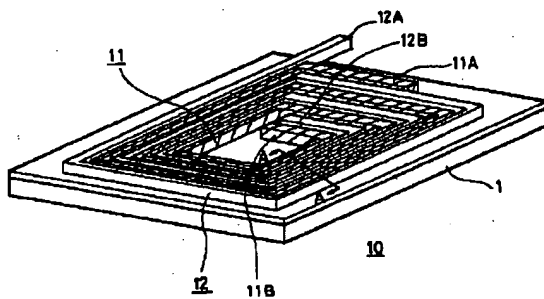
工程図である。

【図21】A～C 従来の薄膜コイルの形成方法における問題点を説明する図である。

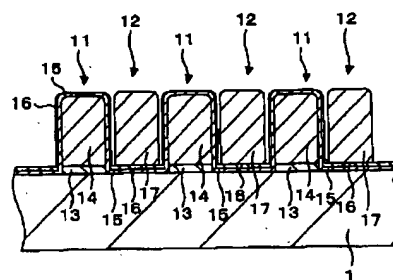
【符号の説明】

1, 31, 71 基板、10, 37, 57, 81, 9  
2, 93 薄膜コイル、11, 35, 51, 54, 7  
2, 82 第1の巻線部、12, 36, 52, 55, 7  
3, 83 第2の巻線部、13, 16 下地膜、14,  
17, 43, 44, 58, 60, 61, 63 導体、1  
5, 59, 62 絶縁膜、30, 50 薄膜磁気ヘッ  
ド、33 下層磁気コア、34 上層磁気コア、38,  
39 接続配線、53 下層コイル、56 上層コイ  
ル、200 磁気ヘッド、201 磁気テープ、204  
ドラム部、70, 80 薄膜インダクタ、74, 8  
4, 94 配線、85, 86 磁性膜、90 薄膜磁気  
センサ

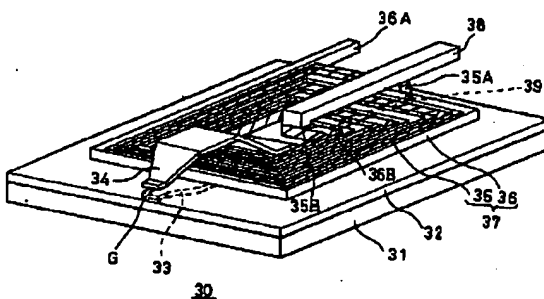
【図1】



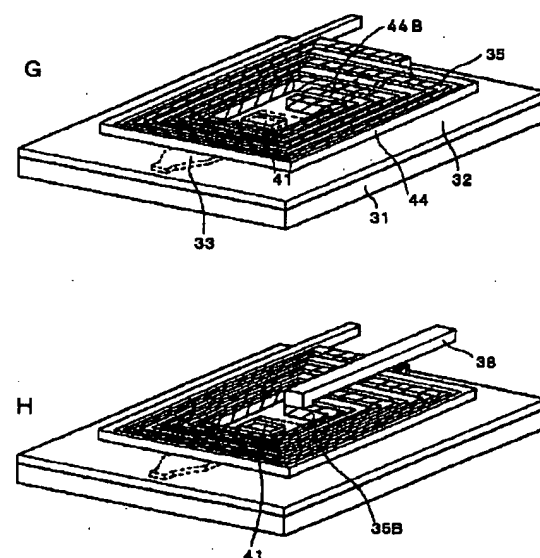
【図2】



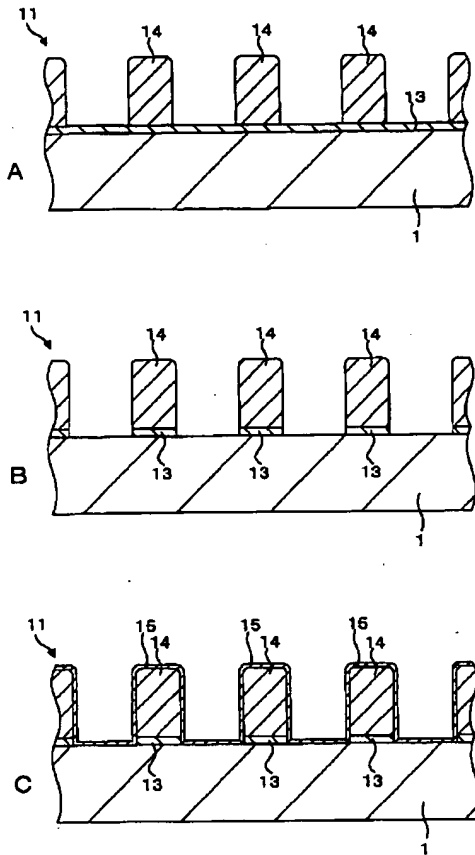
【図6】



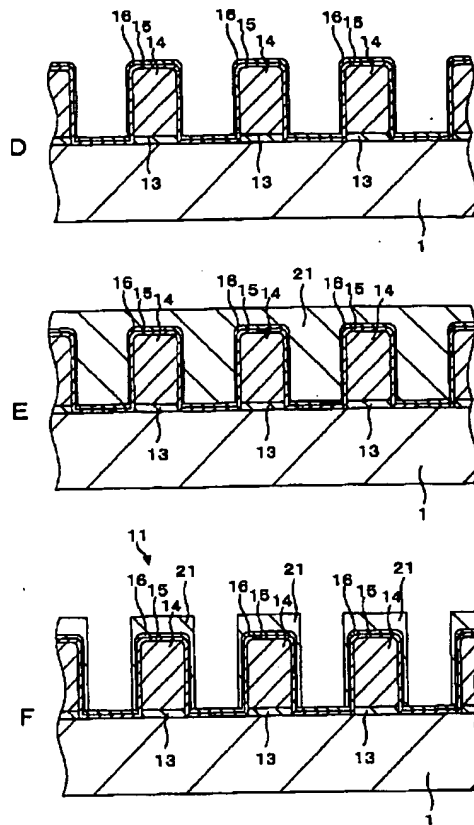
【図9】



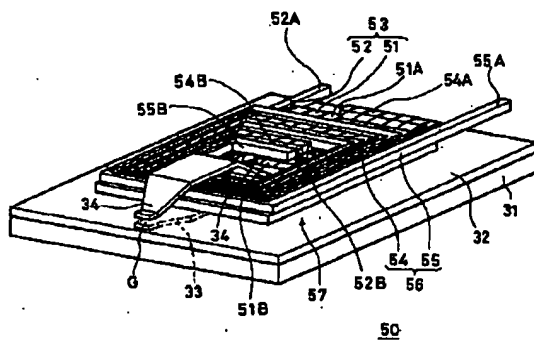
【図3】



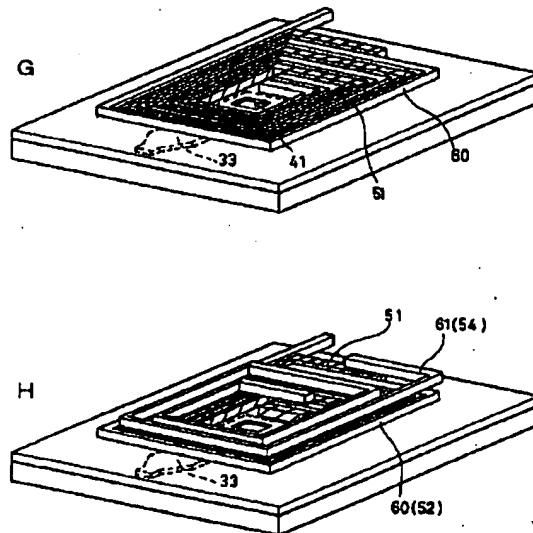
【図4】



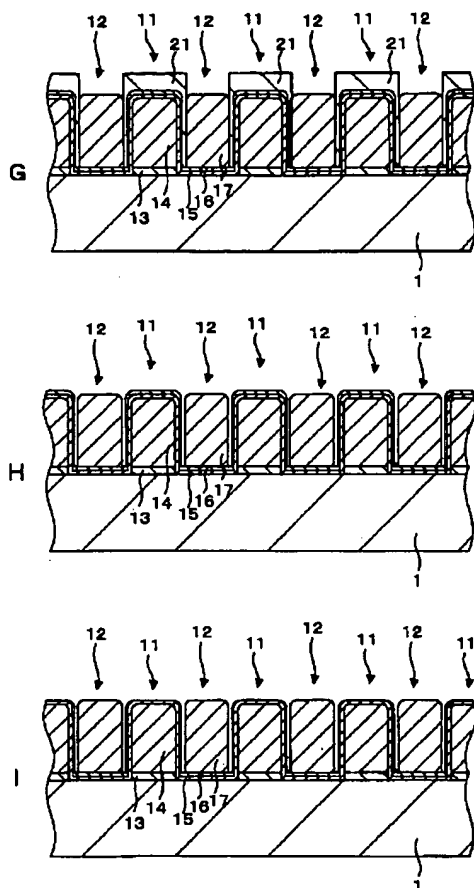
【図10】



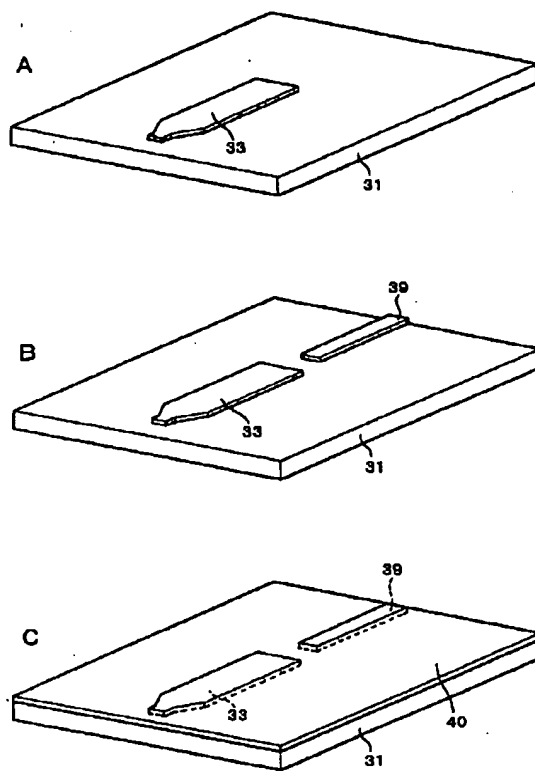
【図13】



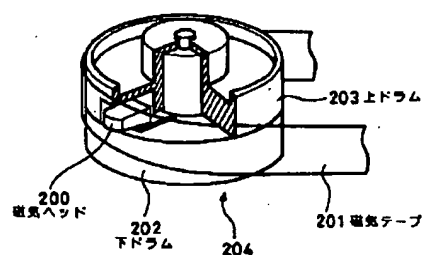
【図5】



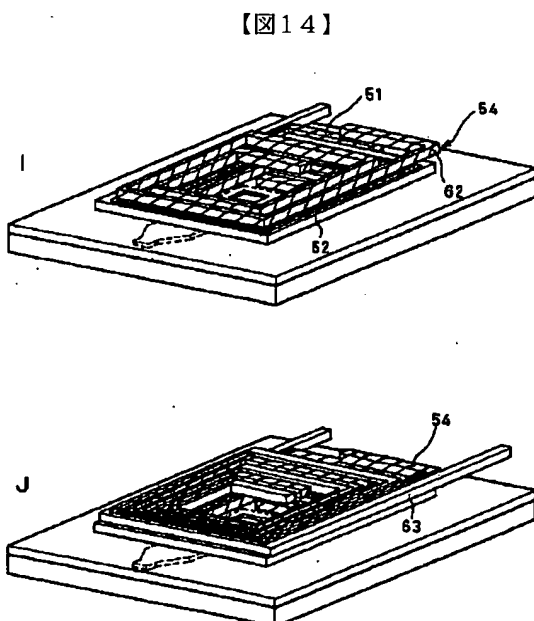
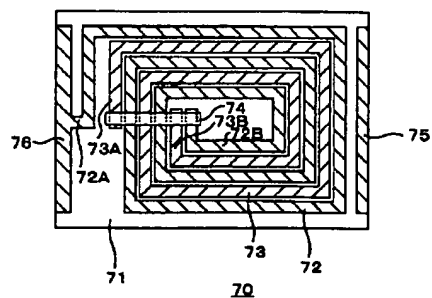
【図7】



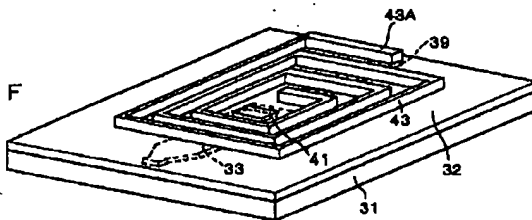
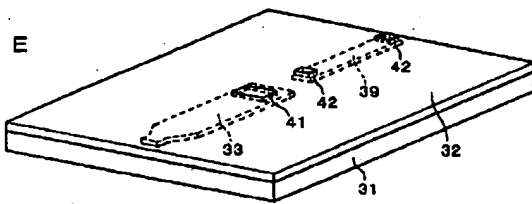
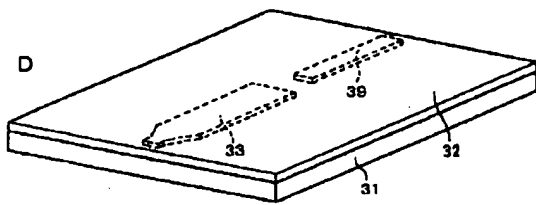
【図15】



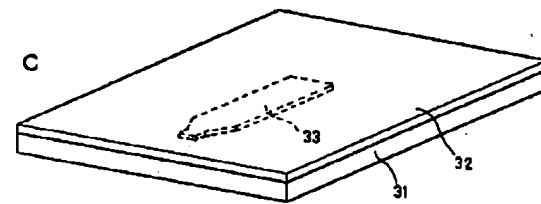
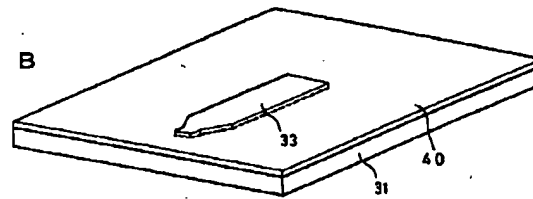
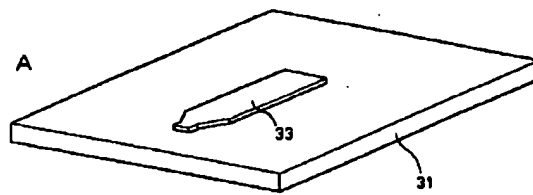
【図16】



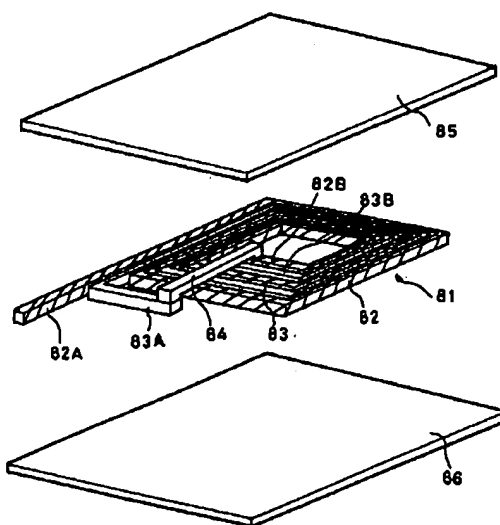
【図8】



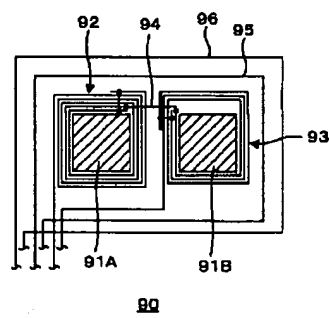
【図11】



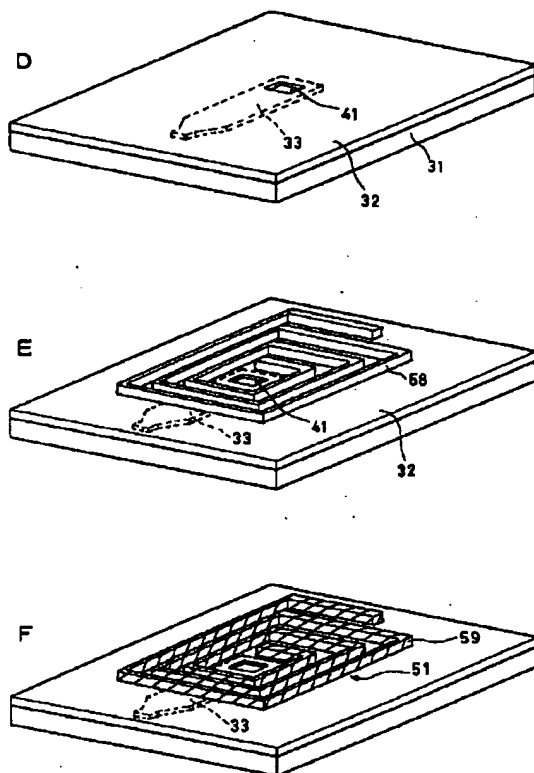
【図17】



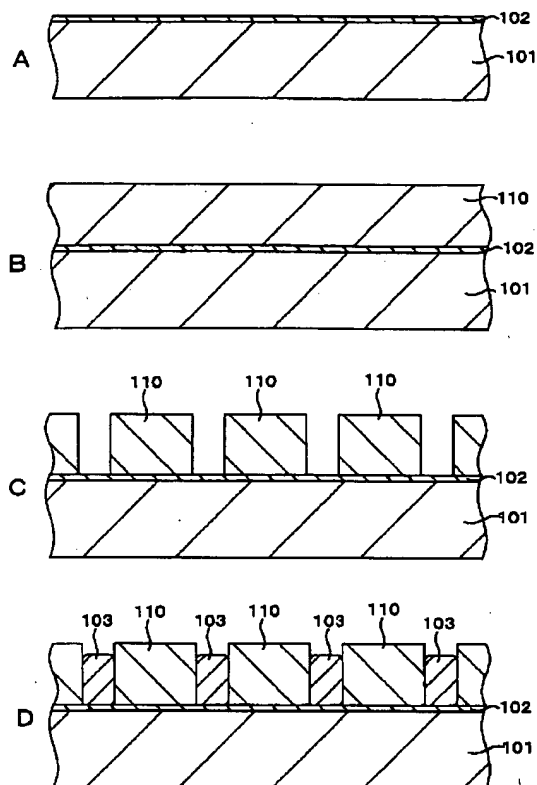
【図18】



【図12】

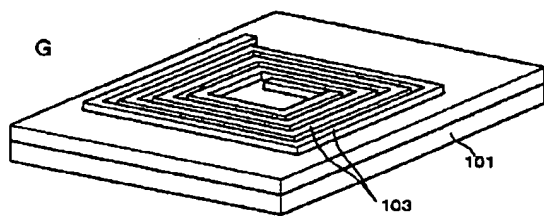
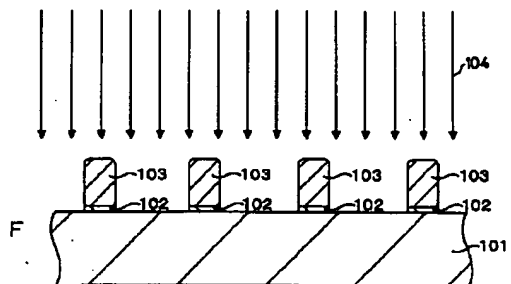
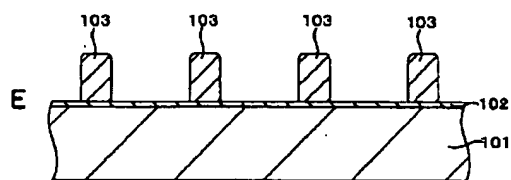


【図19】

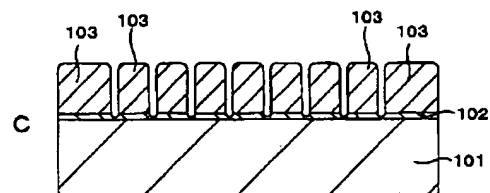
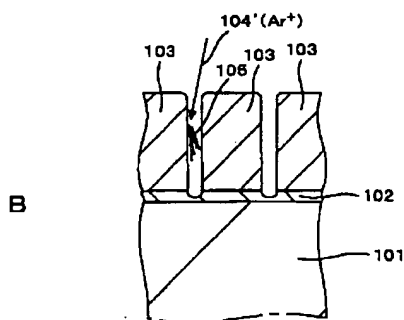
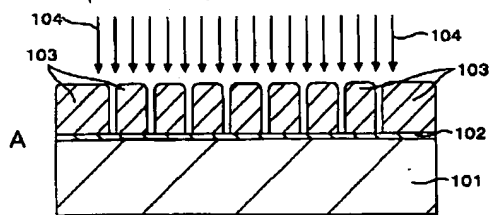




【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>  
H01F 41/04

識別記号

F I  
H01F 41/04

メモコード(参考)  
C